

# YMPÄRISTÖN SÄTEILYVALVONTA SUOMESSA

Vuosiraportti 2002

# STRÅLNINGSÖVERVAKNING AV MILJÖN I FINLAND

Årsrapport 2002

# SURVEILLANCE OF ENVIRONMENTAL RADIATION IN FINLAND

Annual Report 2002

Raimo Mustonen (ed.)

ISBN 951-712-703-0 (sid)  
ISBN 951-712-704-9 (pdf)  
ISSN 1457-6082

Dark Oy, Vantaa 2003

*MUSTONEN Raimo (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2002. STUK-B-TKO 4. Helsinki 2003. 60 s.*

**Avainsanat:** säteilyvalvonta, ulkoinen säteily, ilma, laskeuma, vesi, maito, elintarvikkeet, ihminen, Itämeri

## Esipuhe

Ympäristön säteilyvalvonnan päätavoitteena on olla jatkuvasti tietoinen siitä säteilystä, jolle väestö altistuu. Toisena tavoitteena on havaita kaikki merkittävät muutokset ympäristön säteilytasoissa ja radioaktiivisten aineiden esiintymisessä ympäristössä. Säteilyvalvonnalla varmistetaan, että väestön altistuminen säteilylle ei ole ristiriidassa säteilysuojelun perusperiaatteiden kanssa ja että säteilylainsäädännössä asetettuja annosrajoja ei ylitetä. Jatkuvatoimisella säteilyvalvonnalla myös ylläpidetään ja kehitetään valmiutta reagoida nopeasti ja asiantuntevasti poikkeuksellisiin säteilytilanteisiin.

Ympäristön säteilyvalvontaan kuuluu keinotekoisien säteilyn ja keinotekkoisten radioaktiivisten aineiden valvonta ympäristössä. Luonnonsäteily ja luonnon radioaktiiviset aineet eivät kuulu ympäristön säteilyvalvonnan piiriin, vaikka valtaosa väestön säteilyaltistuksesta saadaankin luonnonsäteilystä. Altistumista luonnonsäteilylle valvotaan erikseen silloin, kun on aiheellista epäillä, että luonnon radioaktiiviset aineet aiheuttavat väestölle poikkeuksellisen suuria säteilyannoksia (mm. radon sisäilmassa ja luonnon radioaktiiviset aineet talousvedessä).

Suomessa ympäristön säteilyvalvonnasta vastaa Säteilyturvakeskus (STUK). Valvontavelvoite perustuu Säteilyturvakeskuksesta annettuun asetukseen ja toisaalta säteilyasetukseen. Myös Euratom-sopimus velvoittaa Euroopan Unionin jäsenmaita jatkuvasti valvomaan radioaktiivisuuden tasoja ilmassa, vedessä ja maaperässä. Säteilyturvakeskuksen lisäksi myös Ilmatieteen laitos ja puolustusvoimat seuraavat omilla havaintoasemillaan säteilyn esiintymistä ympäristössä.

Tämä raportti sisältää yhteenvedon ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista vuonna 2002 sekä eräitä vertailuja aikaisempien vuosien tuloksiin. Raportin tulokset ovat Säteilyturvakeskuksen, Ilmatieteen laitoksen ja Puolustusvoimien teknillisen tutkimuslaitoksen valvonta-asemilta. Ydinvoimalaitosten lähiympäristön säteilyvalvonnasta vastaavat voimayhtiöt ja niiden valvontatulokset raportoidaan erikseen raporttisarjassa STUK-B-YTO.

Säteilyturvakeskuksen yhteistyökumppanit ympäristön säteilyvalvonnassa keräävät ja toimittavat näytteitä analysoitavaksi, osallistuvat kokokehomittauksiin, tai vastaavat keräysasemien toiminnasta. Säteilyturvakeskus haluaa kiittää hyvää yhteistyöstä ulkoisen säteilyn valvontaverkon asemien hoitajia sekä seuraavia laitoksia: Puolustusvoimat, Ilmatieteen laitos, Ilmatieteen laitoksen Sodankylän observatorio, Kaakkois-Suomen rajavartiosto, Lapin rajavartiosto, Ilmailulaitoksen Jyväskylän lentoasema, Kotkan pelastuskeskus, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Lapin ympäristökeskus, Helsingin kaupungin terveystieteiden tutkimuskeskus/Marian sairaala, Tampereen yliopistollinen keskussairaala, Lapin keskussairaala, Helsingin Yhteislyseo, Hatanpään yläaste ja lukio, sekä Rovaniemen koulutoimi/Korkalovaaran yläaste ja lukio.

Tämä raportin tarkoituksena on antaa tietoa ympäristön säteilytilanteesta Suomessa kaikille asiasta kiinnostuneille. Säteilyturvakeskus toimittaa säännöllisesti valvontatietoja myös Euroopan komissiolle ja tämä raportti on yhteenveto komissiolle toimitetuista tiedoista. Raportti on myös löydettävissä Säteilyturvakeskuksen kotisivuilta osoitteessa: [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

Raimo Mustonen  
Apulaisjohtaja

*MUSTONEN Raimo (ed.). Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2002. STUK-B-TKO 4. Helsingfors 2003. 60 s.*

**Nyckelord:** strålningsövervakning, yttre strålning, luft, nedfall, vatten, mjölk, livsmedel, människa, Östersjö

## Företal

Huvudsyftet med övervakningen av strålning i miljön är att man fortlöpande kan hålla reda på, vilken strålning befolkningen utsätts för. Ett annat syfte är att man kan upptäcka alla betydande förändringar av strålningsnivåerna i miljön och förekomsten av radioaktiva ämnen. Med övervakningen säkras, att befolkningen inte bestrålas i strid med huvudprinciperna för strålskydd och att dosgränserna i strålskyddslagstiftningen inte överskrids. Den kontinuerliga bevakningen också upprätthåller och utvecklar beredskapen att reagera snabbt och sakkunnigt i exceptionella strålningslägen.

I Finland är det Strålsäkerhetscentralen som ansvarar för övervakningen av strålning. Uppgiften ges i förordningen om Strålsäkerhetscentralen och förordningen om strålskydd. Euratomfördraget förpliktar medlemsländerna i Europeiska unionen att fortlöpande övervaka radioaktivitetsnivåerna i luft, vatten och jordmån. Förutom Strålsäkerhetscentralen följer också Meteorologiska institutet och försvarsmakten med strålningen i miljön via sina egna mätstationer.

Rapporten innehåller sammandrag av övervakningsresultaten år 2002 samt några jämförelser med tidigare år. Mätningarna har gjorts på Strålsäkerhetscentralens, Meteorologiska institutets och Försvarsmaktens tekniska forskningscentralers mätstationer. Kraftbolagen ansvarar för strålövervakningen i kärnkraftverkens närområden, och om deras mätresultat rapporteras separat.

Strålsäkerhetscentralens samarbetspartners inom miljöstråltillsynen samlar in prov och sänder in dem till analys, deltar i helkroppsmätningar eller sköter mätstationernas verksamhet. Strålsäkerhetscentralen tackar följande institut för gott samarbete: Försvarsmakten, Meteorologiska institutet, Meteorologiska institutets observatorium i Sodankylä, Gränsbevakningen i sydöstra Finland, Gränsbevakningen i Lappland, Luftfartsverkets flygstation i Jyväskylä, Räddningscentralen i Kotka, Sydöstra Finlands miljöcentral, Norra Österbottens miljöcentral, Lapplands miljöcentral, Helsingfors stads hälsovårdsverk / Maria sjukhus, Tammerfors universitets centralsjukhus, Lapplands centralsjukhus, Gymnasiet Helsingin Yhteislyseo, Hatanpää högstadium och gymnasium, och Rovaniemi skoldistrikt / Korkalovaara högstadium och gymnasium.

Syftet med denna rapport är att förmedla kunskap om strålningsläget i den finländska miljön till alla intresserade. Strålsäkerhetscentralen förmedlar regelbundet uppgifter om övervakningen till Europeiska kommissionen och denna rapport är ett sammandrag av de uppgifter som sänts till kommissionen. Rapporten kan hittas också på Strålsäkerhetscentralens hemsidor i adressen: [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

Raimo Mustonen  
Biträdande direktör

*MUSTONEN Raimo (ed.). Surveillance of environmental radiation in Finland. Annual Report 2002. STUK-B-TKO 4. Helsinki 2003. 60 pp.*

**Key words:** radiation surveillance, external radiation, airborne radioactivity, deposition, water, milk, foodstuffs, human body, Baltic Sea

## Preface

The main goal of the surveillance of environmental radioactivity is to be always aware of the levels of radiation to which the public is exposed. Another goal is to detect all remarkable changes in the levels of environmental radiation and radioactivity. Compliance with the basic safety standards laid down for protection of the general public against dangers arising from ionising radiation can be ensured with environmental radiation surveillance. Running of surveillance programmes on a continuous basis also maintains and develops competence and readiness to respond to radiological emergencies.

Surveillance of environmental radioactivity in Finland is one of the official obligations of the Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK). This obligation is based on both national and EU legislation. The Finnish radiation protection legislation appoints STUK as the national authority responsible for the surveillance of environmental radioactivity, and the Euratom Treaty assumes continuous monitoring of levels of radioactivity in the air, water and soil in the Member States. In Finland, the Finnish Meteorological Institute (FMI) and the Defence Forces also monitor environmental radiation at their own stations.

This report summarises the results of environmental radiation surveillance in 2002. The report also contains some comparisons with results from the previous years. The results are obtained from the monitoring programmes of STUK, FMI and the Defence Forces Research Institute of Technology. Nuclear power plant licensees are responsible for environmental surveillance in the vicinity of nuclear power plants in Finland. These results are reported elsewhere.

STUK's partners in the surveillance of environmental radioactivity collect and deliver environmental samples for laboratory analyses, or participate in whole-body counting. STUK would like to express its gratitude to the following institutions for successful co-operation: The Finnish Defence Forces, the Finnish Meteorological Institute, the FMI Observatory at Sodankylä, the Southeast Finland Regional Environment Centre, the North Ostrobothnia Regional Environment Centre, the Lapland Regional Environment Centre, the Southeast Finland Frontier Guard District, the Lapland Frontier Guard District, Jyväskylä Airport, the Rescue Centre of Kotka, the Health Department of Helsinki/Maria Hospital, Tampere University Central Hospital, Lapland Central Hospital, the Secondary school Helsingin yhteislyseo, the Hatanpää Secondary school in Tampere, and the Korkalovaara Secondary school in Rovaniemi.

This report is addressed to all who are interested in environmental radioactivity in Finland. STUK also delivers monitoring data to the European Commission on a regular basis, and this report is a summary of the results delivered to the Commission. The report is also available on STUK's home page; [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

Raimo Mustonen  
Deputy Director

# Sisällysluettelo

ESIPUHE	3
SISÄLLYSLUETTELO	6
1 YHTEENVETO	9
2 ULKOINEN SÄTEILY	12
3 ULKOILMAN RADIOAKTIIVISET AINEET	17
4 ULKOILMAN KOKONAISBEETA-AKTIIVISUUS	25
5 LASKEUMAN RADIOAKTIIVISET AINEET	30
6 PINTAVEDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	34
7 JUOMAVEDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	38
8 MAIDON RADIOAKTIIVISET AINEET	42
9 ELINTARVIKKEIDEN RADIOAKTIIVISET AINEET	47
10 RADIOAKTIIVISET AINEET IHMISESSÄ	51
11 RADIOAKTIIVISET AINEET ITÄMERESSÄ	56

# Innehållsförteckning

FÖRETAL	4
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	7
1 SAMMANDRAG	10
2 EXTERN STRÅLNING	13
3 RADIOAKTIVA ÄMNEN I UTELUFT	18
4 TOTAL BETAAKTIVITET I UTELUFT	26
5 RADIOAKTIVA ÄMNEN I NEDFALL	31
6 RADIOAKTIVA ÄMNEN I YTVATTEN	35
7 RADIOAKTIVA ÄMNEN I DRICKSVATTEN	39
8 RADIOAKTIVA ÄMNEN I MJÖLK	43
9 RADIOAKTIVA ÄMNEN I LIVSMEDEL	48
10 RADIOAKTIVA ÄMNEN I MÄNNISKOKROPPEN	52
11 RADIOAKTIVA ÄMNEN I ÖSTERSJÖN	57

# Contents

PREFACE	5
CONTENTS	8
1 SUMMARY	11
2 EXTERNAL RADIATION	14
3 AIRBORNE RADIOACTIVE SUBSTANCES	19
4 GROSS BETA ACTIVITY OF GROUND-LEVEL AIR	27
5 RADIONUCLIDES IN DEPOSITION	32
6 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN SURFACE WATER	36
7 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN DRINKING WATER	40
8 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN MILK	44
9 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN FOODSTUFFS	49
10 RADIOACTIVITY IN MAN	53
11 RADIOACTIVE SUBSTANCES IN THE BALTIC SEA	58



# 1 Yhteenveto

Tämä raportti on kansallinen yhteenveto ympäristön säteilyvalvonnan tuloksista Suomessa vuonna 2002. Raporttiin ovat tuloksia toimittaneet Säteilyturvakeskuksen lisäksi myös Ilmatieteen laitos ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuudesta ja Puolustusvoimien teknillinen tutkimuslaitos ulkoilman radioaktiivisista aineista yhdellä valvonta-asemalla.

Ympäristön säteilyvalvontaohjelma sisältää ulkoisen annosnopeuden jatkuvan ja automaattisen monitoroinnin, ulkoilman radioaktiivisten aineiden ja kokonaisbeeta-aktiivisuuden monitoroinnin, radioaktiivisen laskeuman, pinta- ja juomaveden, maidon ja elintarvikkeiden radioaktiivisuuden säännöllisen monitoroinnin sekä ihmisen kehossa olevien radioaktiivisten aineiden monitoroinnin. Vuonna 2002 Säteilyturvakeskus teki säteilyvalvonnan sidosryhmille kyselyn valvonnan kattavuudesta ja tulosten raportoinnista. Kyselyn tulosten johdosta Säteilyturvakeskus päätti laajentaa elintarvikkeiden radioaktiivisuuden valvontaa vuodesta 2003 eteenpäin. Vuonna 2002 päätti Säteilyturvakeskus lisätä tähän valvontaraporttiin myös yhteenvedon Itämeren radioaktiivisuusvalvonnan tuloksista.

Vuoden 2002 tulokset osoittavat, että ympäristössä olevat keinotekoiset radioaktiiviset aineet

ovat peräisin vuoden 1986 Tshernobylin onnettomuudesta ja ilmakehässä 1950- ja 1960-luvuilla tehdyistä ydinkokeista. Näiden lisäksi havaittiin kuusi kertaa erittäin pieniä määriä lyhytikäistä jodi-131 isotooppia, kolme kertaa koboltti-60 isotooppia ja kerran elohopea-110m isotooppia ulkoilmassa. Näiden aineiden pitoisuudet olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niiden esiintymisellä ollut mitään vaikutuksia ihmisten terveydelle.

Suomalaiset saavat eri säteilylähteistä keskimäärin vuoden aikana noin 4 mSv säteilyannoksen. Valtaosa tästä säteilyannoksesta aiheutuu maaperässä olevista luonnon radioaktiivisista aineista ja kosmisesta säteilystä. Ympäristön keino-kekoisten radioaktiivisten aineiden aiheuttama säteilyaltistus vuonna 2002 oli merkityksettömän pieni kokonaissäteilyaltistukseen verrattuna. Keinotekkoisten radioaktiivisten aineiden arvioidaan aiheuttaneen vuonna 2002 keskimäärin noin 0,02 - 0,03 mSv keskimääräisen säteilyannoksen, eli alle 1 % lisäyksen väestön kokonaissäteilyaltistukseen.

Vuoden 2002 tulokset osoittavat myös, että vuoden aikana ei tapahtunut sellaisia radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön, joilla olisi haittavaikutuksia ihmisen terveydelle tai ympäristölle.

# 1 Sammandrag

Denna rapport är ett nationellt sammandrag av strålningsövervakning av miljön i Finland år 2002. Huvuddelen av resultaten är från Strålsäkerhetscentralen, men i rapporten ingår uppgifter även från Meteorologiska institutet angående total betaaktivitet i uteluft och från en mätstation vid Försvarsmaktens Tekniska Forskningsinstitut angående radioaktiva ämnen i uteluft.

Miljöstråltillsynens program omfattar fortlöpande automatisk monitorering av extern dosrat, monitorering av radioaktiva ämnen och total betaaktivitet i uteluft, regelbunden monitorering av radioaktivt nedfall, radioaktivitet i yt- och dricksvatten, mjölk och livsmedel samt radioaktiva ämnen i människokroppen. År 2002 gjorde Strålsäkerhetscentralen en förfrågan inom intressentgrupper av strålningsövervakningen om övervakningens omfattning och rapportering. Till följd av förfrågans resultat beslöt Strålsäkerhetscentralen att utvidga radioaktivitetsövervakning av livsmedel från och med år 2003. År 2002 beslöt Strålsäkerhetscentralen också att inbaka i rapporten ett sammandrag av radioaktivitetsövervakning i Österjön.

Resultaten för år 2002 visar, att de artificiella

radioaktiva ämnena i miljön härrör från olyckan i Tjernobyl år 1986 och från kärnvapenprov i atmosfären på 1950- och 1960-talet. Sex gånger har dessutom observerats ytterst små mängder kortlivad jod-131 isotop, tre gånger kobolt-60 isotop och en gång kvicksilver-110m isotop i uteluften. Dessa ämnen förekom dock i så små halter, att de har inte haft någon inverkan på människors hälsa.

Finländarnas stråldos från olika strålningskällor är årligen i medeltal 4 mSv. Huvuddelen därav härrör från naturliga radioaktiva ämnen i marken och från den kosmiska strålningen. Artificiella radioaktiva ämnen stod år 2002 för en obetydligt liten del av bestrålningen jämfört med den totalstråldosen. De artificiella ämnena beräknas ha orsakat i medeltal cirka 0,02 - 0,03 mSv stråldos år 2002, eller mindre än 1 % tillägg till befolkningens totalstråldos.

Resultaten för Finland år 2002 visar också, att under året hände det inga sådana utsläpp av radioaktiva ämnen till miljön som skulle ha haft någon skadeverkan på människors hälsa eller på miljön.

# 1 Summary

This report is the national summary of the results obtained in the surveillance of environmental radioactivity in Finland in 2002. The Finnish Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) has produced most of the results, but the Finnish Meteorological Institute and the Defence Forces Research Institute of Technology have also delivered results for this report, on gross beta activity in outdoor air and on airborne radioactive substances, respectively.

The surveillance programme on environmental radioactivity includes continuous and automated monitoring of external dose rate in air, regular monitoring of radioactive substances and gross beta activity in outdoor air, and of radioactive substances in deposition, in surface and drinking water, milk and foodstuffs, and in the human body.

In 2002 Radiation and Nuclear Safety Authority made a questioning to the stakeholders of radiation surveillance about the scope and reporting of the surveillance. As a result of the questioning Radiation and Nuclear Safety Authority decided to extend the surveillance of radioactivity in foodstuffs from the beginning of 2003 onwards. In 2002 Radiation and Nuclear Safety Authority decided also to include a summary of radioactivity surveillance of the Baltic Sea in this report.

The results for 2002 show that artificial radionuclides in the environment originate from the Chernobyl accident in 1986 and from atmospheric nuclear tests performed in the 1950's and 1960's. In addition, very small amounts of the short-lived artificial iodine-131 isotope, cobalt-60 isotope and mercury-110m isotope in outdoor air were detected six times, three times and once, respectively. Their concentrations were, however, so small that their appearance had no impact on human health or the environment.

The average annual dose received by Finns from different radiation sources is about 4 mSv. Most of this annual dose is caused by natural radionuclides in the soil and bedrock, and by cosmic radiation. The exposure to radiation from artificial radionuclides in the environment in 2002 was insignificant compared with the total annual dose. In 2002, artificial radionuclides in the environment were estimated to have caused about 0.02 - 0.03 mSv a radiation dose of, or less than 1% increase to the total radiation exposure of the population.

The results also show that in 2002 there were no environmental releases of radioactive substances such as would have any harmful effects on human health or the environment.

## 2 Ulkoinen säteily

Suomessa ulkoisen säteilyn annosnopeutta valvotaan reaaliaikaisella ja kattavalla mittausasemaverkolla. Säteilyturvakeskuksen (STUK) ja paikallisten pelastusviranomaisten ylläpitämään automaattiseen valvontaverkkoon kuuluu noin 290 GM-antureilla varustettua mittausasemaa (Kuva 2.1). Myös Ilmatieteen laitos ja puolustusvoimat seuraavat ulkoisen säteilyn annosnopeutta omilla havaintoasemillaan. Lisäksi kunnilla on valmiudet ulkoisen säteilyn manuaaliseen valvontaan. Kuvassa 2.2 on esimerkki valvonta-aseman säteilyanturista.

### Tulosten keruu

STUKin automaattisen valvontaverkon tuottamat mittaustulokset kerätään normaalisti kerran vuorokaudessa ja talletetaan säteilyvalvonnan tietojärjestelmään USVAan. Sen keskuslaitteisto sijaitsee STUKin tiloissa ja tietoliikenne keskuslaitteiston ja mittausasemien välillä tapahtuu pääasiassa yleisen puhelinverkon kautta

### Hälytysten käsittely

Mikäli jollakin verkon asemalla säteilytaso ylittää hälytysrajan ( $0,4 \text{ mikroSv h}^{-1}$ ), asema välittää hälytysviestin sekä USVAan että Helsingin hätäkeskukseen. Samalla käynnistyy automaattinen mittausasemien luku noin 100 km säteellä hälyttäneen aseman ympäristössä. Myös hälytyksen syyn selvittäminen alkaa välittömästi.

### Säteilyannos

Suomessa ulkoisen säteilyn tausta-annosnopeus vaihtelee välillä  $0,04 - 0,3 \text{ mikroSv h}^{-1}$  maaperästä, vuodenajasta ja säätilasta riippuen. Vuoden 2002 aikana valvonnassa ei havaittu poikkeamia taustasäteilystä. Maaperässä olevista keinotekoisista radioaktiivisista aineista (lähinnä Tšernobyl-laskeumasta) aiheutui suomalaisille vuonna 2002 keskimäärin  $0,02 \text{ milliSv}$  suuruinen ulkoisen säteilyn annos. Tämä on noin yksi kahdeskymmenesosa maaperän ja rakennusmateriaalien sisältämien luonnon radioaktiivisten aineiden aiheuttamasta keskimääräisestä ulkoisen säteilyn vuosiannoksesta.

### Tulosten välittäminen eteenpäin

STUK toimitti vuoden 2002 lopussa päivittäin 64 eri puolella Suomea sijaitsevan mittausaseman yhden tunnin tulokset julkisille www-sivuilleen ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)). Kahdeksan aseman mittaustulokset on esitetty kuvassa 2.3.

STUK toimittaa päivittäin ulkoisen säteilyn mittaustuloksia myös Euroopan komissiolle sekä ylläpitää palvelinta, josta erikseen sovitut ulkopuoliset käyttäjät (mm. Itämeren maiden neuvostoon jäsenvaltiot) voivat halutessaan hakea Suomen säteilytietoja.

Yhteyshenkilö: Juhani Lahtinen, Säteilyturvakeskus ([juhani.lahtinen@stuk.fi](mailto:juhani.lahtinen@stuk.fi)).

## 2 Extern strålning

Den extern strålningsraten i Finland övervakas i realtid med ett heltäckande nät för övervakning av strålning. I Strålsäkerhetscentralens och de lokala räddningstjänstmyndigheternas automatiska övervakningsnät ingår ca 290 mätstationer som försetts med GM-detektorer (bild 2.1). Även Meteorologiska institutet och försvarsmakten följer med den extern strålningsraten med sina egna mätstationer. Dessutom finns det beredskap i kommunerna att manuellt övervaka extern strålning. Ett exempel av mätstationens detektor visas i bild 2.2.

### Registrering av mätvärdena

Mätvärdena från Strålsäkerhetscentralens automatiska övervakningsnät registreras normalt en gång i dygnet och deponeras i stråltillsynens datasystem USVA. Dess centraldator finns på Strålsäkerhetscentralen och datatrafiken mellan centraldatorn och mätstationerna sker i huvudsak via det vanliga telefonnätet.

### Hantering av alarm

Om strålningsnivån på någon mätstation i nätet överstiger larmgränsen  $0,4 \text{ mikroSv h}^{-1}$ , så sänder stationen ett alarmmeddelande till både USVA och Helsingforsregionens alarmcentral. Samtidigt startar en automatisk avläsning av mätstationerna inom ca 100 km radie från den alarmerande stationen. Utredningen av orsaken till alarmet inleds även omedelbart.

### Stråldos

I Finland varierar den extern strålningens bakgrundsdosrat inom intervallet  $0,04 - 0,3 \text{ mikroSv h}^{-1}$  beroende på jordmån, årstid eller väderlek. Inga avvikelser från bakgrundsnivån observerades i den extern strålningen under år 2002.

Den största delen av stråldosen från extern strålningen förorsakas av naturlig radioaktivitet i jordmån och den kosmiska strålningen. Artificiella radionuklider i jordmån orsakade år 2002 i medeltal  $0,02 \text{ milliSv}$  stråldos till finländarna. Detta är ca. en tjugondedel av den årlig extern dos, som naturliga radionuklider i jordmån och byggnadsmaterialer orsakar.

### Förmedling av mätvärdena

I slutet av år 2002 visade Strålsäkerhetscentralen dagligen mätvärdena från 64 mätstationer på olika håll i Finland på sina offentliga www-sidor ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)). Mätvärdena från åtta stationer finns i bild 2.3.

Strålsäkerhetscentralen sänder även dagligen mätvärden för den extern strålningen till Europakommissionen samt upprätthåller en server, där vissa andra parter (såsom medlemsländer i Östersjörådet) vid behov kan avläsa uppgifter om strålningen i Finland.

Kontaktperson: Juhani Lahtinen, Strålsäkerhetscentralen ([juhani.lahtinen@stuk.fi](mailto:juhani.lahtinen@stuk.fi))

## 2 External radiation

Finland has an automatic nation-wide monitoring network for external dose rate, which consists of some 290 stations equipped with GM tubes (Fig. 2.1). The maintenance and development of the network are carried out by Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) in close co-operation with local emergency authorities. In addition, the Finnish Meteorological Institute and the Defence Forces have their own monitoring stations, and the municipalities maintain readiness for performing manual radiation measurements in the case of an emergency. An example of a radiation detector is shown Figure 2.2.

### Data collection

In normal conditions the monitoring results from the automatic network are collected once a day and stored in the data management system (USVA) of radiation surveillance. The central hardware of the USVA system is located in the facilities of STUK, and the data communication between the central equipment and monitoring stations is based on the use of the public telephone network.

### Handling of alarms

If the dose rate at any monitoring station exceeds a pre-set alarm level of  $0.4 \text{ microSv h}^{-1}$  the station in question automatically sends alarm messages both to the USVA system and to the regional alarm centre of Helsinki. USVA then forwards the message to the GSM phones of radiation officers on duty and initiates a special procedure in order to gather the latest measurement data from the stations situated within a distance of about 100

kilometres from the station raising the alarm. Activities aiming at discovering the cause of the alarm will also be commenced as soon as possible after the alarm is given.

### Radiation dose

The background dose rate in Finland varies from  $0.04$  to  $0.3 \text{ microSv h}^{-1}$  depending on the soil type, season and weather conditions. During the year 2002 no elevated radiation levels were observed.

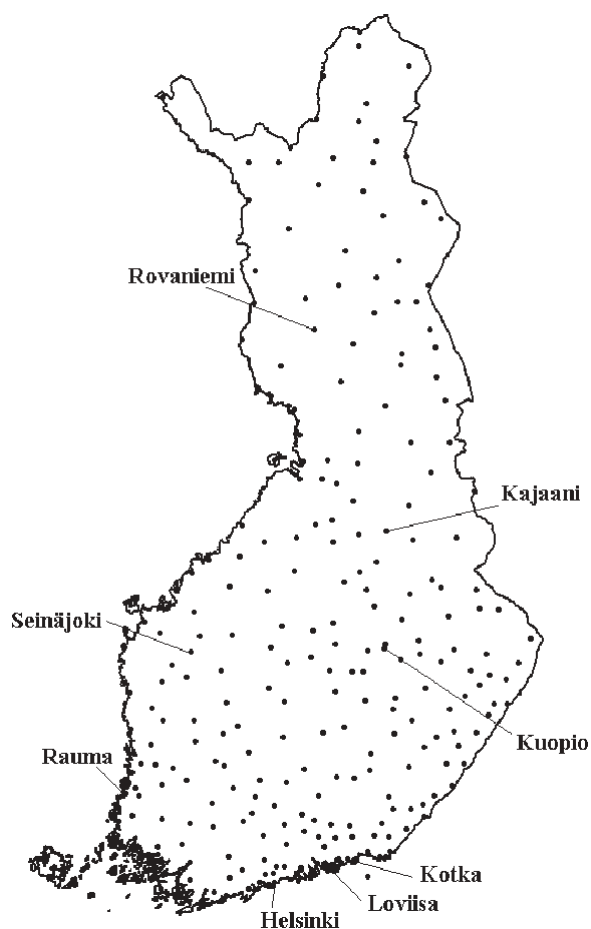
The major part of the radiation dose from external radiation is caused by natural radioactivity in the soil and by cosmic radiation. In 2002 artificial radionuclides in the soil were estimated to cause an average dose of  $0.02 \text{ milliSv}$  per capita in Finland. This is about one twentieth of the annual external dose due to natural radioactivity in the soil and in construction materials.

### Delivering of data

Instruments at all monitoring stations are read every day early in the morning. The data are mean values of dose rates over a period of 10 minutes. At the end of 2002, daily monitoring data from 64 stations were available on the public home pages of STUK ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)). The whole-year data from eight of the stations are shown in Fig. 2.3.

STUK sends dose-rate data to the European Commission once a day and maintains a server that can be accessed by authorised other parties (like member countries of the Council of the Baltic Sea States) whenever they are interested in the Finnish radiation data.

Contact person: Juhani Lahtinen, Radiation and Nuclear Safety Authority ([juhani.lahtinen@stuk.fi](mailto:juhani.lahtinen@stuk.fi))



**Kuva 2.1.** Ulkoisen säteilyn valvontaverkon automaattiset mittausasemat. Kuvassa nimettyjen asemien mittaustulokset on esitetty kuvassa 2.3.

**Bild 2.1.** Automatiska mätstationer i nätet för extern strålning. På bilden utpekas de mätstationer, vars mätvärden finns i bild 2.3.

**Fig. 2.1.** Automatic dose-rate monitoring stations. The names refer to stations whose results are shown in Fig. 2.3.

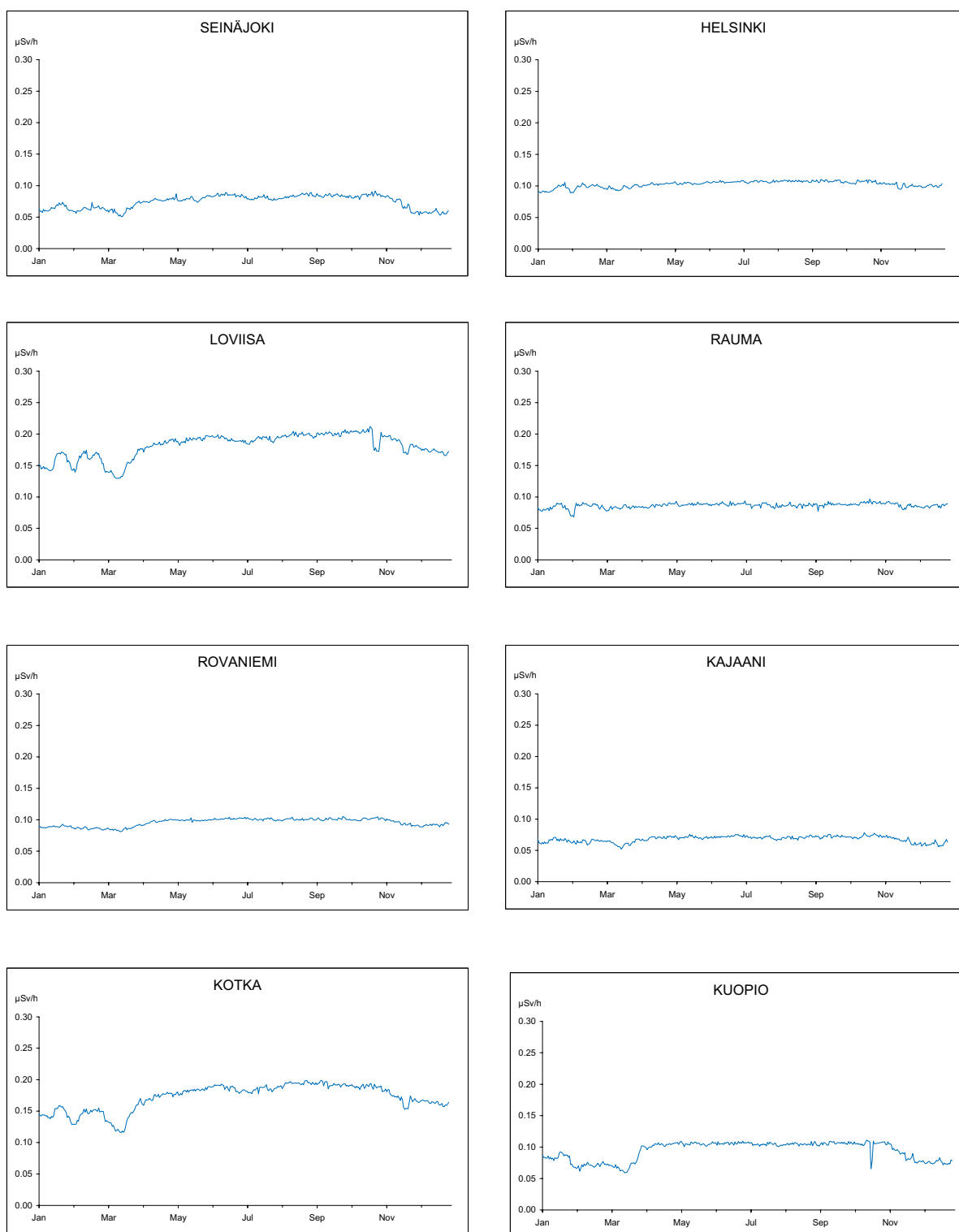


**Kuva 2.2.** Ulkoisen säteilyn valvonta-aseman mittaasanturi (7364 Rääkkylä).

**Bild 2.2.** Detektor av en mätstation för extern strålning (7364 Rääkkylä).

**Fig. 2.2.** Detector of an automatic dose-rate monitoring station (7364 Rääkkylä).





**Kuva 2.3.** Ulkoisen säteilyn annosnopeus kahdeksalla mittausasemalla vuonna 2002. Lyhytaikainen annosnopeuden lasku Kuopiossa lokakuussa aiheutui laitteistoviasta.

**Bild 2.3.** Extern dosrater vid åtta mätstationer år 2002. Den kortvariga sänkningen på dosratnivå i Kuopio i november beror på söndrig detektor.

**Fig. 2.3.** Observed radiation levels at eight monitoring stations in 2002. The sudden temporary decrease of dose rates measured in Kuopio in November was due to a malfunction in the detector system.



### 3 Ulkoilman radioaktiiviset aineet

STUK valvoo pintailman radioaktiivisten aineiden pitoisuutta kahdeksalla ja Puolustusvoimat yhdellä paikkakunnalla eri puolilla Suomea (Kuva 3.1). Molempien ydinvoimalaitosten ympäristössä - Loviisassa ja Olkiluodossa - on neljä voimayhtiöiden valvonta-asemaa. Yhteenvedo voimalaitosten ympäristön säteilyvalvonnasta julkaistaan raporttisarjassa STUK-B-YTO.

#### Näytteiden keräys

Ulkoilman sisältämiä radioaktiivisia aineita valvotaan pumppaamalla suuri määrä ilmaa suodatimen läpi, johon ilmassa olevat radioaktiiviset aineet jäävät (Kuva 3.2). Lasikuitusuodatin kerää radioaktiivisia aineita sisältävät hiukkaset. Aktiivihiihliusuodatin puolestaan pidättää kaasumaisia aineita kuten radioaktiivista jodia. Näytteet kerätään tehtävää varten suunnitelluilla kerääjillä. Helsingissä STUKin toimipisteessä sijaitseva laitteisto kerää, käsittelee ja analysoi näytteen sekä raportoi tulokset automaattisesti.

#### Näytteiden käsittely ja mittaus

Tarkkojen laboratoriossa tehtävien analyysien avulla suodattimista voidaan havaita hyvin pienet määrät radioaktiivisia aineita. Laboratoriossa lasikuitusuodatin puristetaan napiksi ja mitataan gammaspektrometrillä. Radioaktiivisten aineiden havaitsemisraja ( $\mu\text{Bq m}^{-3}$ ) on nuklidikohtainen ja riippuu mm. suodatetusta ilmamäärästä, näytteen

sisältämistä muista radioaktiivisista aineista, näytteen iästä, mittausajasta, ilmaisimen havaitsemistehokkuudesta ja taustasuojasta (Taulukko I). Havaitsemisrajat ovat tyypillisesti alle miljardisosa siihen pitoisuuteen nähden, joka aiheuttaisi väestön suojaustoimenpiteitä. Gammaspektrometrinen analyysimenetelmä on akkreditoitu (FINAS T167).

#### Tulokset

Kuvassa 3.3 on esitetty  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuden viikko-keskiarvo havaintoasemittain. Kuva 3.4 puolestaan esittää Helsingin seudun  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuden vuorokausiarvot vuonna 2002. Kuvassa 3.5 on  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuden pitkän aikavälin tulokset Helsingin seudulla.

Pieniä määriä muita kuin Tshernobyl-onnettomuudesta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin kymmenen kertaa vuoden aikana. Havainnot on esitetty Taulukossa II. Vastaavanlaisia normaalia poikkeavia havaintoja tehdään yleensä toistakymmentä kertaa vuodessa ja aineiden varmaa alkuperää on usein vaikea osoittaa. Radioaktiivisten aineiden määrät olivat kuitenkin niin pieniä, ettei niistä aiheudu mitään terveyshaittoja. Vuonna 2002 suomalaiset saivat ulkoilman keinotekoisista radioaktiivisista aineista keskimäärin noin 0,0000001 mSv säteilyannoksen.

Yhteyshenkilö: Teemu Siiskonen, Säteilyturvakeskus (teemu.siiskonen@stuk.fi).

### 3 Radioaktiva ämnen i uteluft

Strålsäkerhetscentralen övervakar halten av luftburna radioaktiva ämnen nära jordytan på åtta orter och försvarsmakten på en ort i Finland (Bild 3.1). Nära kärnkraftverken i Lovisa och Olkiluoto har kraftbolagen fyra mätstationer, och deras resultat rapporteras på Strålsäkerhetscentralens rapportserie STUK-B-YTO.

#### Insamling av prov

Radioaktiva ämnen i uteluften övervakas genom att stora mängder luft pumpas genom ett filter, varvid de radioaktiva ämnena fastnar i filtret (Bild 3.2). Ett glasfiberfilter fångar partiklar som kan innehålla radioaktiva partiklar, och ett filter av aktivt kol fångar gasformiga ämnen och t.ex. radioaktivt jod. Proven insamlas med en apparat som enkom planerats för detta ändamål. En utrustning på Strålsäkerhetscentralen i Helsingfors insamlar provet, hanterar och analyserar det samt rapporterar mätresultaten automatiskt.

#### Hantering och mätning av proven

Med hjälp av noggranna analyser i laboratorier kan ytterst små mängder radioaktiva ämnen som fastnat i filtren observeras. I laboratoriet komprimeras ett glasfiberfilter till en knapp, som placeras i en plastburk och mäts med en gammaspektrometer. Observationsgränsen uttrycks i  $\mu\text{Bq m}^{-3}$  och beror bl.a. på vilken nuklid det gäller, hur stor mängd luft som passerat filtret, andra radioaktiva

ämnen i provet, provets ålder, mättiden, detektorns känslighet samt skyddet mot bak-grundsstrålning (Tabell I). Observationsgränserna är i allmänhet under en miljarddel av den koncentrationnivå som skulle föranleda åtgärder för att skydda befolkningen. Den gammaspektrometriska analysmetoden har akkrediterats av FINAS (FINAS T167).

#### Mätresultat

Bild 3.3 visar  $^{137}\text{Cs}$ -koncentrationernas veckomedeltal på mätstationer under år 2002. Bild 3.4 visar dagliga  $^{137}\text{Cs}$ -koncentrationer i Helsingfors år 2002 och Bild 3.5 visar  $^{137}\text{Cs}$ -koncentrationer på en längre tidsintervall i Helsingfors regionen.

Ytterst små mängder radioaktiva ämnen, som inte härrör från Tjernobyl olyckan, observerades 10 gånger år 2002 (Tabell II). I allmänhet görs årligen ett tiotal motsvarande observationer som avviker från det normala och det är ofta svårt att fastställa varifrån ämnena kommer. Mängderna av radioaktiva ämnen var dock så små, att de inte utgörde en hälsorisk. År 2002 fick finländarna i medeltal ca. 0,0000001 mSv stråldos från artificiella radioaktiva ämnen i luften.

Kontaktperson: Teemu Siiskonen, Strålsäkerhetscentralen (teemu.siiskonen@stuk.fi).

### 3 Airborne radioactive substances

STUK operates eight sampling stations for nationwide monitoring of airborne radioactive substances. The Defence Forces has one station (Fig. 3.1). In addition, four samplers are located around each of the nuclear power plants in Loviisa and Olkiluoto. Their results are reported elsewhere.

#### Sampling

Sampling is performed using a specially designed sampler which filtrates large amounts of air (Fig. 3.2). Airborne radio-active particles are deposited on glassfibre filters whereas charcoal filters are used for gaseous species such as iodine. The samplers are manually operated but the one located in the headquarters of STUK, Helsinki, is fully automated: it filtrates radioactive substances from the air, monitors the dose rate above the filter in real-time, changes the filter, prepares the filter for on-site high-resolution gamma-ray analysis and reports the data on [www-pages](http://www-pages).

#### Pre-treatment and analysis

Small quantities of radioactive material may be detected in the samples using sophisticated laboratory analyses. In the laboratory the glassfibre filters are compressed, substituted into plastic beakers and analysed with a high-resolution gamma-ray spectrometer. Nuclide-specific minimum detectable concentration ( $\mu\text{Bq m}^{-3}$ ) depends on filtered air volume, the activity of other radionuclides in the sample, the measuring time and decay

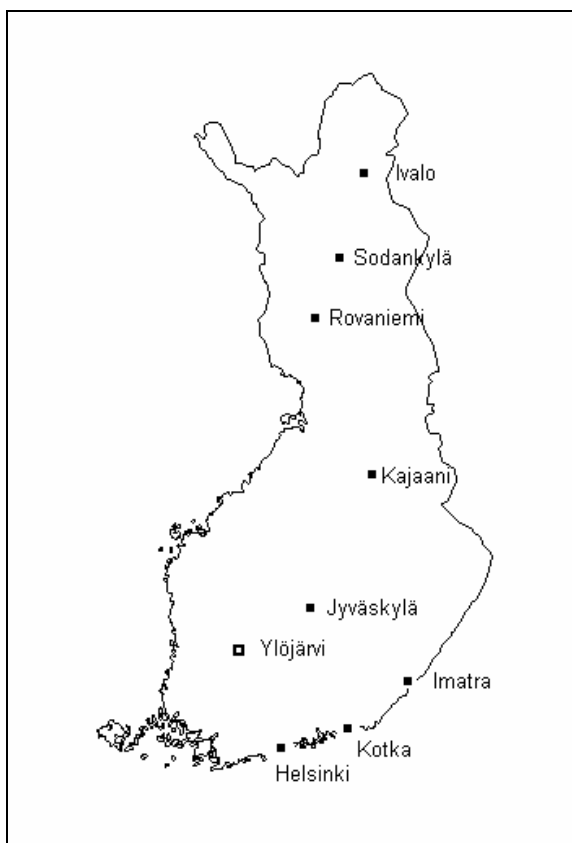
time before the measurement, detection efficiency and the background shield (Table I). Detection limits are typically a billion times smaller than the concentrations that may lead to actions to protect the public. The used gammaspectrometric method is accredited by FINAS (FINAS T167).

#### Results

Weekly averages of  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in outdoor air at the monitoring stations are shown in Figure 3.3. Figure 3.4 presents the daily  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in Helsinki and Figure 3.5 shows the long-time trend of  $^{137}\text{Cs}$  concentration in the Helsinki area.

Very small quantities of radioactive substances, not originated from the Chernobyl accident, were detected in outdoor air 10 times in 2002. This is a typical number of such anomalous observations in a year. The concentrations of these radionuclides were, however, so small that they had no implications for health. Often the origin of these anomalous radionuclides is difficult to identify. Airborne artificial radioactive substances were estimated to cause a radiation dose of about 0,0000001 mSv per capita in Finland in 2002.

Contact person: Teemu Siiskonen, Radiation and Nuclear Safety Authority ([teemu.siiskonen@stuk.fi](mailto:teemu.siiskonen@stuk.fi)).



**Kuva 3.1.** Ulkoilman ja laskeuman sisältämien radioaktiivisten aineiden monitorointiasemat. Puolustusvoimat ylläpitää Ylöjärven asemaa ja analysoi hiukkaskerääjän näytteet. STUK ylläpitää muita asemia ja analysoi niiden näytteet.

**Bild 3.1.** Mätstationer för radioaktiva ämnen i uteluft och nedfall. Försvarsmakten har en station i Ylöjärvi och analyserar luftproven. Strålsäkerhetscentralen upprätthåller de övriga stationerna och analyserar proven från dem.

**Fig. 3.1.** Sampling locations for airborne radioactive substances and deposition.



**Kuva 3.2.** Kotkassa sijaitseva ilman aerosolien suurtehokeräjä.

**Bild 3.2.** Den högeffektiva samlaren som insamlar luftburen aerosoler i Kotka.

**Fig. 3.2.** A high-volume air sampler in Kotka.

**Taulukko I.** Hiukkaskerääjien virtausnopeudet, näytteenvaihtotiheydet, eräiden radionuklidien tyypilliset havaitsemisrajat sekä beryllium-7 ( $^7\text{Be}$ ) pitoisuuden tyypilliset vaihteluvälit.  $^7\text{Be}$  on luonnon radionuklidi, jota syntyy ilmakehässä kosmisen säteilyn ja ilmakehän atomien välisissä reaktioissa.

**Tabell I.** Luftflödet genom filtret, provtagningsfrekvenserna, typiska observationsgränser för några radionuklider, samt typiska halter av beryllium-7 ( $^7\text{Be}$ ).  $^7\text{Be}$  är en naturlig radionuklid som skapas i reaktioner mellan kosmisk strålning och atomer i atmosfären

**Table I.** Flow rates of the high-volume air samplers, the sampling frequencies, typical detection limits for some radionuclides, and typical concentrations of Beryllium-7 ( $^7\text{Be}$ ) in outdoor air.  $^7\text{Be}$  is a natural radionuclide which originates as a result of nuclear reactions between the cosmic radiation and atoms of the atmosphere.

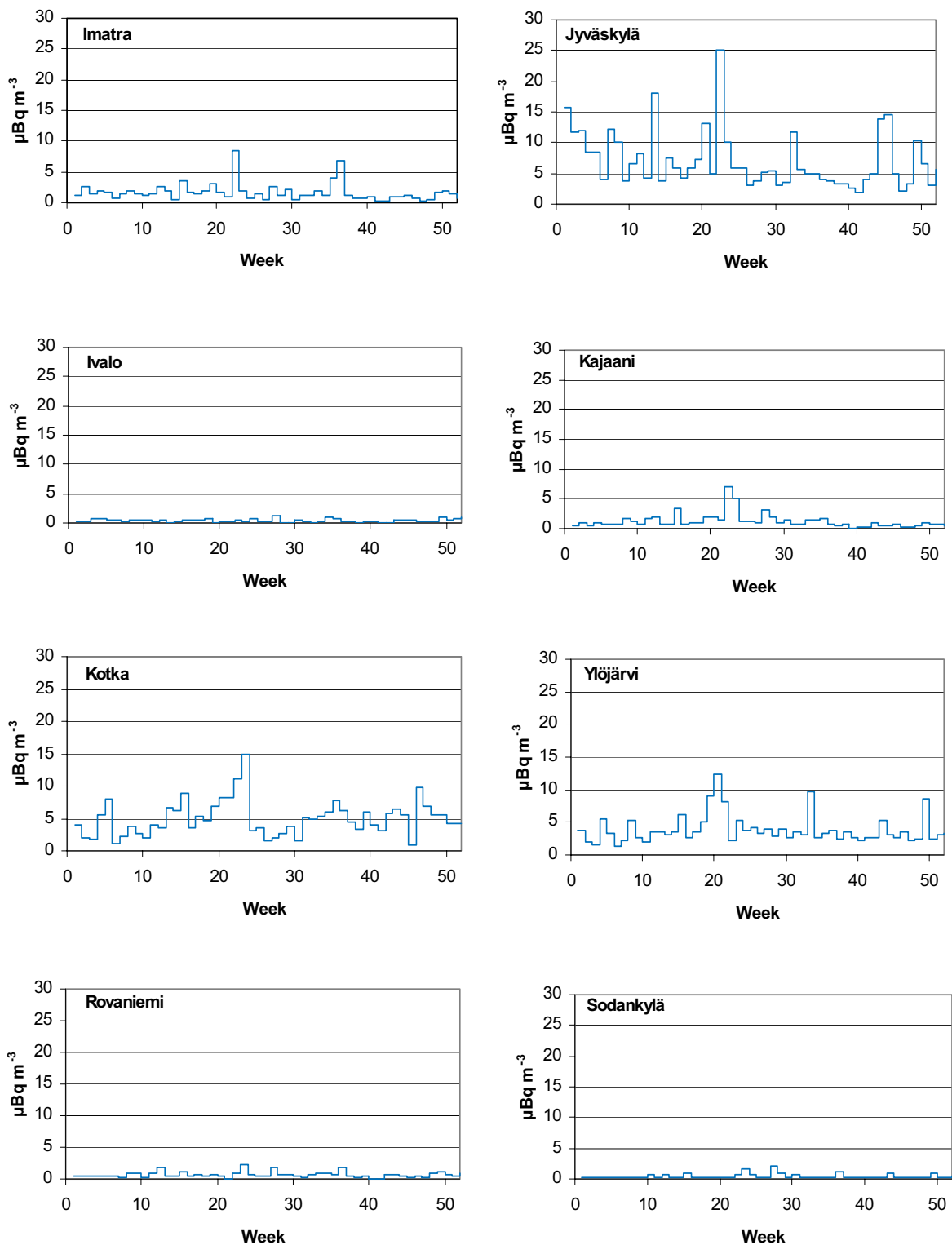
Site	Flow rate ( $\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$ )	Frequency ( $\text{wk}^{-1}$ )	Typical detection limit ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )			Detected ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) $^7\text{Be}$
			$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{131}\text{I}$	
Helsinki	550	7	0,9	1,1	1,4	500–7000
Kotka	900	1	0,1	0,2	0,4	1000–6000
Imatra	150	2	0,4	0,4	0,7	1000–5000
Ylöjärvi	150	2	0,2	0,3	0,5	1000–5000
Jyväskylä	150	2	0,3	0,4	0,8	1000–6000
Kajaani	900	1	0,2	0,1	0,4	1000–5000
Rovaniemi	900	1	0,2	0,2	0,6	1000–5000
Sodankylä	150	2	0,5	0,5	1,4	1000–5000
Ivalo	150	2	0,3	0,3	0,6	1000–4000

**Taulukko II.** Hiukkaskeräysasemilla tehdyt muiden kuin Tshernobylin onnettomuudesta peräisin olevien keinotekkoisten radioaktiivisten aineiden havainnot vuonna 2002. Jyväskylän lähistöllä sijaitsevalla valvonta-asemalla havaitaan usein pieniä määriä radioaktiivista jodia, joka on mitä ilmeisimmin peräisin lähistöllä sijaitsevasta radioaktiivisia lääkeaineita valmistavasta yrityksestä. Yrityksen päästöjä mitataan jatkuvasti. Havaitut jodimäärät ovat hyvin pieniä, eikä niistä aiheudu alueen asukkaille terveydellistä haittaa.

**Tabell II.** Observationer av de artificiella radionukliderna som inte härstammar från Tjernobyl olyckan i uteluften år 2002. Övervakningsstationen i närheten av Jyväskylä observerar ganska ofta små mängder radioaktiv jod, som mest sannolikt härstammar från ett företag som tillverkar radiofarmaka. Företagets utsläpp är kontinuerligt övervakad. De observerade jodmängderna är så små, att de orsakar ingen hälsorisk till befolkningen på närområdet.

**Table II.** Observations of artificial radionuclides other than those from the Chernobyl accident in outdoor air in 2002. Small amounts of radioactive iodine are often observed in the vicinity of Jyväskylä. This iodine comes most probably from a company manufacturing radiopharmaceuticals. Releases from the factory are continuously monitored. The observed amounts of radioactive iodine cause no health risk to the inhabitants in the region.

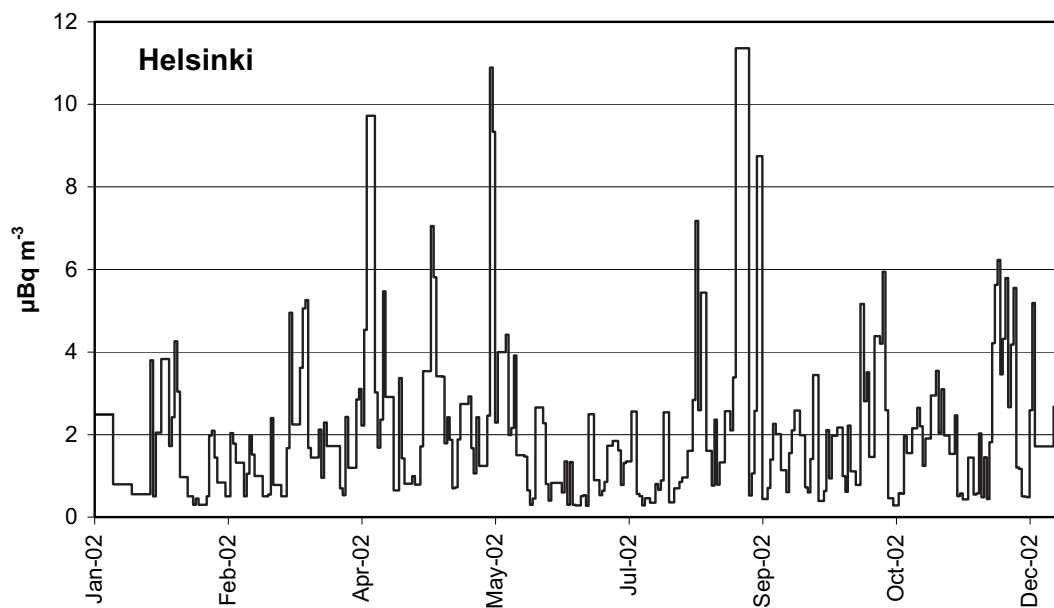
Sampling period	Site	Nuclide	Average concentration (uncertainty) $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
28.1.–4.2.2002	Kotka	$^{60}\text{Co}$	0,1 (20 %)
11.2.–18.2.2002	Kajaani	$^{60}\text{Co}$	0,3 (7 %)
25.2.–4.3.2002	Jyväskylä	$^{131}\text{I}$	0,6 (26 %)
8.4.–15.4.2002	Jyväskylä	$^{131}\text{I}$	2,1 (19 %)
9.4.–15.4.2002	Kajaani	$^{60}\text{Co}$	0,1 (18 %)
27.5.–3.6.2002	Jyväskylä	$^{131}\text{I}$	1,2 (24 %)
3.6.–10.6.2002	Jyväskylä	$^{131}\text{I}$	0,8 (26 %)
22.7.–29.7.2002	Jyväskylä	$^{131}\text{I}$	1,0 (22 %)
29.7.–6.8.2002	Kajaani	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	2,4 (3 %)
5.8.–12.8.2002	Jyväskylä	$^{131}\text{I}$	1,1 (23 %)



**Kuva 3.3.**  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuksien viikkokeskiarvot ulkoilmassa eri valvonta-aseilla vuonna 2002.

**Bild 3.3.** Veckomedeltal av  $^{137}\text{Cs}$ -koncentrationer i uteluften på olika mätstationer år 2002.

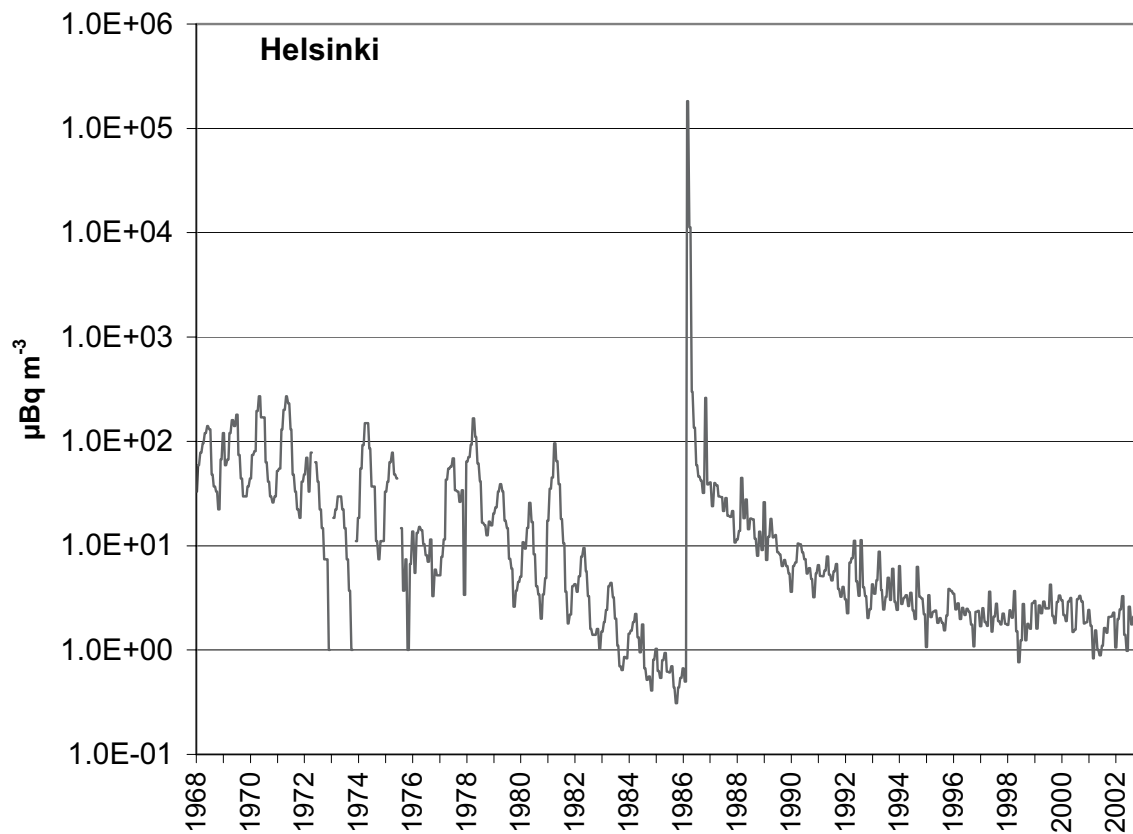
**Fig. 3.3.** Weekly averages of airborne  $^{137}\text{Cs}$  concentrations at different monitoring stations in 2002.



**Kuva 3.4.** Ilman  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuden vuorokausikeskiarvot Helsingissä vuonna 2002.

**Bild 3.4.** Dagliga medelvärden av  $^{137}\text{Cs}$ -koncentration i uteluft i Helsingfors år 2002.

**Fig. 3.4.** Daily averages of airborne concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in Helsinki in 2002.



**Kuva 3.5.** Ilman  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus Helsingin seudulla vuosina 1968 - 2002. Ennen Tshernobylin onnettomuutta (v. 1986) esiintyvä  $^{137}\text{Cs}$  on peräisin ilmakehässä tehdyistä ydinasekokeista. Tälle laskeumalle on tyypillistä kuvassa näkyvä vuodenaikaisvaihtelu.

**Bild 3.5.** Luftburen  $^{137}\text{Cs}$ -koncentrationer i Helsingfors regionen åren 1968 -2002. Före Tjernobyl olyckan år 1986,  $^{137}\text{Cs}$  härstammade från kärnvapenprov i atmosfären. Årstidsvariationerna som framgår av bilden är typiska för detta gamla nedfallet.

**Fig. 3.5.** Airborne concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in Helsinki in 1968 - 2002. Before the Chernobyl accident in 1986,  $^{137}\text{Cs}$  originated from atmospheric nuclear weapon tests. The regular seasonal fluctuation seen in the figure was typical for this old deposition.



## 4 Ulkoilman kokonaisbeeta-aktiivisuus

Ilmatieteen laitos on seurannut pintailman kokonaisbeeta-aktiivisuutta vuodesta 1959. Vuonna 2002 toiminnassa oli kolme vuorokausinäytteitä keräävää asemaa, Helsinki (60°10'N, 24°57'E), Nurmijärvi (60°30'N, 24°39'E) ja Sodankylä (67°22'N, 26°39'E).

### Näytteiden keräys

Näytteet kerätään imemällä ulkoilmaa n. 150 cm korkeudelta maanpinnan yläpuolelta lasikuitusuodattimien läpi (Kuva 4.1). Suodattimet vaihdetaan joka aamu kello 8 Suomen talviaikaa. Suodattimet ovat pyöreitä ja halkaisijaltaan 240 mm. Vuorokaudessa suodatettu ilmamäärä on noin 3500 m<sup>3</sup>. Laitteisto kerää hiukkaset, joiden aerodynaaminen halkaisija on tuulen nopeudesta riippuen alle 10-15 µm.

### Näytteiden mittaus

Aerosolinäytteiden kokonaisbeeta-aktiivisuus mitataan noin viisi päivää keräyksen lopettamisen jälkeen, jolloin <sup>222</sup>Rn:n lyhytikäiset tytärnuklidit ovat hajonneet <sup>210</sup>Pb:ksi ja <sup>220</sup>Rn:n tytärnuklidit pysyväksi <sup>208</sup>Pb:ksi. Näin ollen mitattu kokonais-

beeta-aktiivisuus koostuu <sup>210</sup>Pb:stä sekä mahdollisista keinotekoisista radioaktiivisista aineista. Mittaukset tehdään automaattisella alfa/beeta-analysaattorilla, jossa ilmaisimina käytetään verrannollisuuslaskureita (Kuva 4.2).

### Tulokset

Kuvassa 4.3 on esitetty ulkoilman pitkäikäisen beeta-aktiivisuuden päivittäiset pitoisuudet Helsingissä, Nurmijärvellä ja Sodankylässä vuonna 2002. Käyrät kuvaavat lähinnä <sup>210</sup>Pb:n pitoisuutta pintailmassa. Koska ilmakehän <sup>210</sup>Pb on peräisin maaperästä ilmakehään siirtyneestä <sup>222</sup>Rn:sta, riippuu <sup>210</sup>Pb:n pitoisuus suursäätilanteesta eli ilmamassojen stabiilisuudesta ja alkuperästä. Korkeimmat pitoisuudet ovat mantereellisissa ilmamassoissa ja pienimmät merellisissä ja arktisissa ilmamassoissa. Vuoden 2002 aikana ei seurantaohjelman puitteissa havaittu poikkeuksellista kokonaisbeeta-aktiivisuutta ilmassa.

Yhteyshenkilö: Jussi Paatero, Ilmatieteen laitos (Jussi.Paatero@fmi.fi).

## 4 Total betaaktivitet i uteluft

Meteorologiska institutet har mätt total betaaktivitet i luft nära markytan sedan år 1959. Tre mätstationer i Helsingfors (60°10'N, 24°57'E), Nurmijärvi (60°30'N, 24°39'E) och Sodankylä (67°22'N, 26°39'E) samlade varje dag aerosolprov för total betaaktivitetsmätningar under året 2002.

### Provtagning

Proven tas genom att luften sugas genom filter (Bild 4.1). Filtren byts varje morgon klockan 8 enligt finländsk vintertid. Filtren är cirkelformiga med diametern 240 mm. Varje prov kommer från en luftmängd om ca 3500 m<sup>3</sup>. Partiklar med en aerodynamisk diameter under 10-15 µm beroende på vind hastigheten samlas på filtret.

### Mätning av proven

Aerosolprovets totala betaaktivitet mäts ca fem dagar efter det proven har tagits, varvid de kortlivade dotternukliderna till <sup>222</sup>Rn har blivit <sup>210</sup>Pb och dotternukliderna till <sup>220</sup>Rn har blivit stabilt

<sup>208</sup>Pb. Den uppmätta totala betaaktiviteten består sålunda av <sup>210</sup>Pb och eventuell konstgjorda radioaktiva ämnen. Mätningarna utförs med en automatisk alfa/beta-analysator med proportionalitetsräknare (Bild 4.2).

### Mätresultat

I bild 4.3 visas dagliga koncentrationer av långlivad betaaktivitet under år 2002. Kurvorna visar närmast halten av <sup>210</sup>Pb i luften nära marken. Eftersom atmosfärens <sup>210</sup>Pb kommer från <sup>222</sup>Rn i marken, varierar halten av <sup>210</sup>Pb i takt med väderläget i stort, det vill säga luftmassornas stabilitet och ursprung. De högsta halterna finns i kontinentala luftmassor och de minsta i luft som rört sig ovanför hav eller arktiska områden. Någon exceptionellt hög betaaktivitet kunde inte observeras under år 2002.

Kontaktperson: Jussi Paatero, Meteorologiska institutet (Jussi.Paatero@fmi.fi).

## 4 Gross beta activity of ground-level air

The Finnish Meteorological Institute (FMI) has monitored gross beta activity of aerosol particles since 1959. Three monitoring stations at Helsinki (60°10'N, 24°57'E), Nurmijärvi (60°30'N, 24°39'E) and Sodankylä (67°22'N, 26°39'E) collecting daily aerosol samples were in operation in 2002.

### Sample collection

Daily aerosol samples are collected onto circular glass fibre filters with a diameter of 240 mm. The filters are changed every morning at 06 UTC. The air volume is about 3500 m<sup>3</sup> per day. The sampler collects aerosol particles with an aerodynamic diameter less than 10-15 µm depending on the wind speed (Figure 4.1).

### Measurements

The gross beta activity content of the filters are measured five days after the end of sampling when the short-lived radon (<sup>222</sup>Rn) daughters have decayed to <sup>210</sup>Pb and the thoron (<sup>220</sup>Rn) daughters have decayed to stable <sup>208</sup>Pb. Therefore the measured gross beta activity consists of <sup>210</sup>Pb and possible

artificial beta emitters. The measurements are carried out with an automatic alpha/beta analyser equipped with proportional counters as detectors (Figure 4.2).

### Results

The observed daily total beta activity concentrations in 2002 are presented in Figure 4.3. The curves are essentially records of the concentration of <sup>210</sup>Pb, the long-lived daughter nuclide of the radioactive noble gas <sup>222</sup>Rn which enters the atmosphere by diffusion from the ground. Concentration of <sup>210</sup>Pb depends mainly on the stability and origin of the air masses at the site. The highest concentrations are associated with continental air masses. By contrast, the lowest concentrations are associated with maritime and Arctic air masses because in these areas there are practically no sources of radon. No exceptional beta activity in outdoor air was detected in 2002 within the FMI's monitoring programme.

Contact person: Jussi Paatero, The Finnish Meteorological Institute (FMI), (Jussi.Paatero@fmi.fi)



**Kuva 4.1.** Suodatinkeräin, jolla kerätään aerosolinäytteet pintailman kokonaisbeeta-aktiivisuuden mittausta varten.

**Bild 4.1.** Filtersamlare för provtagning av aerosol-bunden total betaaktivitet.

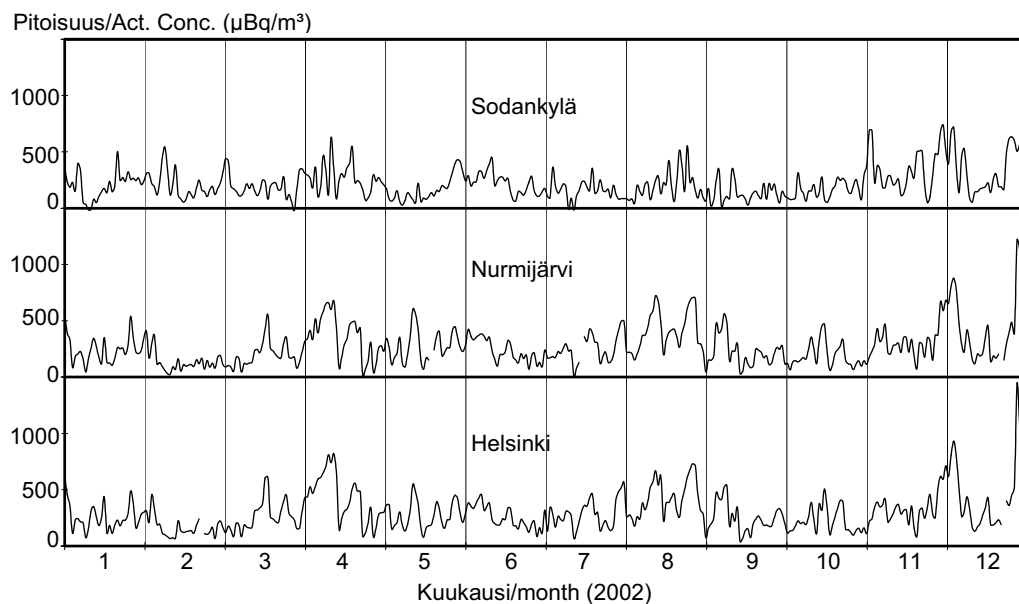
**Fig. 4.1.** Filter sampler for collecting aerosol-bound gross beta-activity samples.



**Kuva 4.2.** Automaattinen alfa/beeta-analysaattori, jolla suodattimien kokonaisbeeta-aktiivisuuden mittaukset tehdään.

**Bild 4.2.** Automatisk alfa/beta-analysator som används för total betamätningarna av filterprov.

**Fig. 4.2.** Automatic alpha/beta analyser which is used for the total beta measurements of the filters.



**Kuva 4.3.** Aerosolin pitkäikäisen beeta-aktiivisuuden päivittäiset pitoisuudet ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) vuonna 2002.

**Bild 4.3.** Dagliga koncentrationer ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) av långlivad betaaktivitet i aerosoler år 2002.

**Fig. 4.3.** Daily concentrations of aerosol-bound long-lived gross beta activity ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ) in 2002.

## 5 Laskeuman radioaktiiviset aineet

Radioaktiivisella laskeumalla tarkoitetaan pölynä tai sadeveden mukana maahan ja veteen laskeutuneita radioaktiivisia aineita. Laskeuma-näytteiden analysointi antaa tietoa eri puolille maata tulevien radioaktiivisten aineiden määrästä ja on lähtökohta tutkimuksille, jotka käsittelevät radioaktiivisten aineiden kulkeutumista maa- ja vesiympäristössä.

### Näytteiden keräys

Laskeumanäytteitä kerätään jatkuvasti samoilla 9 paikalla kuin ilmanäytteitä (Kuva 3.1). Laskeumanäytteet kerätään ruostumattomasta teräksestä valmistetulla laitteella, jonka keräysala on 0,07 m<sup>2</sup>. Laite ei erota sateen mukana tullutta märkää laskeumaa ja kuivaa laskeumaa toisistaan, vaan kerää ne yhteen. Talviajan näytteiden keruun helpottamiseksi laitteessa on lämmitysvastus, mikä pitää näytteen sulana ja varmistaa sen, että kaikki keräysastian satanut lumi tulee mukaan näytteeseen. Näytteiden keräysjakso on tavallisesti yksi kuukausi.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Laboratoriossa näytteisiin lisätään Sr-Cs ja Ba-Ce-kantajia, ja näytteet tehdään happamiksi typpihapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Gamma-säteilyä lähettävät radioaktiiviset aineet analysoidaan gammaspektrometrisesti joko haihdutusjäännök-

sestä tai tuhitetusta näytteestä. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatograafisella menetelmällä, minkä jälkeen <sup>90</sup>Sr määritetään tytärynuklidinsa <sup>90</sup>Y:n kautta matalataustaisella verrannollisuuslaskurilla. Analyysimenetelmät ovat akkreditoituja (FINAS T167).

### Tulokset

Vuoden 1986 jälkeen laskeumanäytteissä havaitut <sup>137</sup>Cs ja <sup>90</sup>Sr ovat pääasiassa peräisin Tshernobylin onnettomuudesta. Laskeuman mukana tulleet radioaktiiviset aineet liikkuvat paikallisesti, ja pieni osa niistä joutuu uudelleen ilmaan.

Taulukossa III on <sup>137</sup>Cs:n ja <sup>90</sup>Sr:n laskeumat (Bq/m<sup>2</sup>) vuonna 2002. Kuukausilaskeumat eri paikkakunnilla olivat pienet, muutamilla asemilla alle havaitsemisrajan. Yleisimmin käytetyillä mitausajoilla <sup>137</sup>Cs:n havaitsemisraja on noin 0,5 Bq/m<sup>2</sup>/kk.

Kuvassa 5.1. on <sup>137</sup>Cs - ja <sup>90</sup>Sr -laskeumat (Bq/m<sup>2</sup>/kk) Helsingin seudulla vuodesta 1960 alkaen. Ennen vuotta 1986 havaittu laskeuma on peräisin ilmakehään tehdyistä ydinasekokeista. Tälle laskeumalle on tyypillistä kuvissa näkyvä vuodenaikaisvaihtelu.

Yhteyshenkilö: Ritva Saxén, Säteilyturvakeskus, (ritva.saxen@stuk.fi).

## 5 Radioaktiva ämnen i nedfall

Med radioaktivt nedfall avses radioaktiva ämnen som fallit ner på marken eller i vattnet som dammkorn eller i regndroppar. Analys av prov på nedfallet ger uppgifter om mängden av radioaktiva ämnen på olika håll i landet och är en utgångspunkt för forskning, som gäller radioaktiva ämnens vandring i marken och i vattendrag.

### Provtagning

Prov på nedfallet insamlas fortlöpande på 9 orter. De är samma orter där man tar prov på luften (Bild 3.1). Nedfallsproven tas med en apparat av rostfritt stål, vars vågräta yta är 0,07 m<sup>2</sup>. Apparaten skiljer inte på torrt nedfall och vått nedfall som kommit med regn, utan proven slås ihop. På vintern finns elektrisk uppvärmning som håller provet flytande och säkerställer att snö som fallit på provkärlet kommer med i provet. Proven insamlas vanligen för en månad åt gången.

### Hantering och analys av proven

I laboratoriet tillsätter man Sr-Cs och Ba-Ce -bärare, och proven görs sura med salpetersyra. Proven koncentreras genom avdunstning och återstoden föraskas. De radioaktiva ämnas gammastålning analyseras med gammaspektrometer aningen genast efter avdunstningen eller när pro-

ven föraskats. Strontium avskiljs från proven med ekstraktionkromatografiska metoden, varefter mängden <sup>90</sup>Sr bestäms genom att mäta dotternukliden <sup>90</sup>Y i en proportionalitetsräknare med låg bakgrundsstrålning. Analysmetoderna har akkrediterats av FINAS (FINAS T167).

### Resultat

<sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr som funnits i nedfallsproven efter år 1986 härstammar i huvudsak från olyckan i Tjernobyl. Radionukliderna i nedfallet vandrar lokalt i miljön. En del av dem sprids på nytt via luften.

Tabell III visar nedfallet av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr år 2002. Nedfall av båda nuklider var små och på några mätstationer under observationsgränsen. Observationsgränsen för <sup>137</sup>Cs blir med den oftast använda mättiden ungefär 0,5 Bq/m<sup>2</sup>/månad.

Bild 5.1. visar nedfallet av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>2</sup>/månad) i Helsingforsregionen från och med år 1960. Nedfallet före år 1986 härstammar från kärnvapenprov i atmosfären. Det typiska för detta nedfall är årstidsvariationerna som framgår av bilden.

Kontaktperson: Ritva Saxén, Strålsäkerhetscentralen (ritva.saxen@stuk.fi).



## 5 Radionuclides in deposition

Radioactive substances can be deposited as dry deposition or as wet deposition with rain. The analyses of deposition samples produces information on areal distribution of deposited radionuclides, and forms the basis for research concerning the transfer of radioactive substances in terrestrial and aquatic environments.

### Sampling

Deposition samples are collected continuously at nine sites. The sampling period is usually one month. The sites are the same as the air sampling sites, Fig. 3.1. The sample collectors are made of stainless steel with a surface area of 0.07 m<sup>2</sup>. The deposition samplers do not separate wet and dry deposition, but they are collected together. There is a light heating resistor inside the funnel to melt snow and ice collected in the funnel to make sampling more reliable in winter-time.

### Pre-treatment and analyses

After arriving at the laboratory known amounts of Sr, Cs, Ba and Ce carriers are added to the samples, and the samples are acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporation and the residues are ashed. The ashed samples are analysed for gamma-emitting radionuclides with

gamma spectrometers. Strontium is separated by an extraction chromatographic method and thereafter <sup>90</sup>Sr is determined via its daughter nuclide <sup>90</sup>Y, measured with a low background proportional beta counter. The used analysing methods are accredited by FINAS (FINAS T167).

### Results

After 1986 the amounts of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr observed originate mainly from the Chernobyl accident. The deposited radionuclides circulate locally, and a small amount ends up in the air. The depositions of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in 2002 are given in Table III. The monthly depositions of at different sites were low, at some stations below the detection limit, which for <sup>137</sup>Cs with the most frequently used measuring times was around 0.5 Bq/m<sup>2</sup>/month.

The depositions of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>2</sup>/month) in the Helsinki area since 1960 are given in Fig. 5.1. The deposited radionuclides observed before 1986 originate from the atmospheric nuclear weapon tests. The regular seasonal fluctuation seen in the figure before 1986 is typical of this stratospheric deposition.

Contact person: Ritva Saxén, Radiation and Nuclear Safety Authority, (ritva.saxen@stuk.fi).

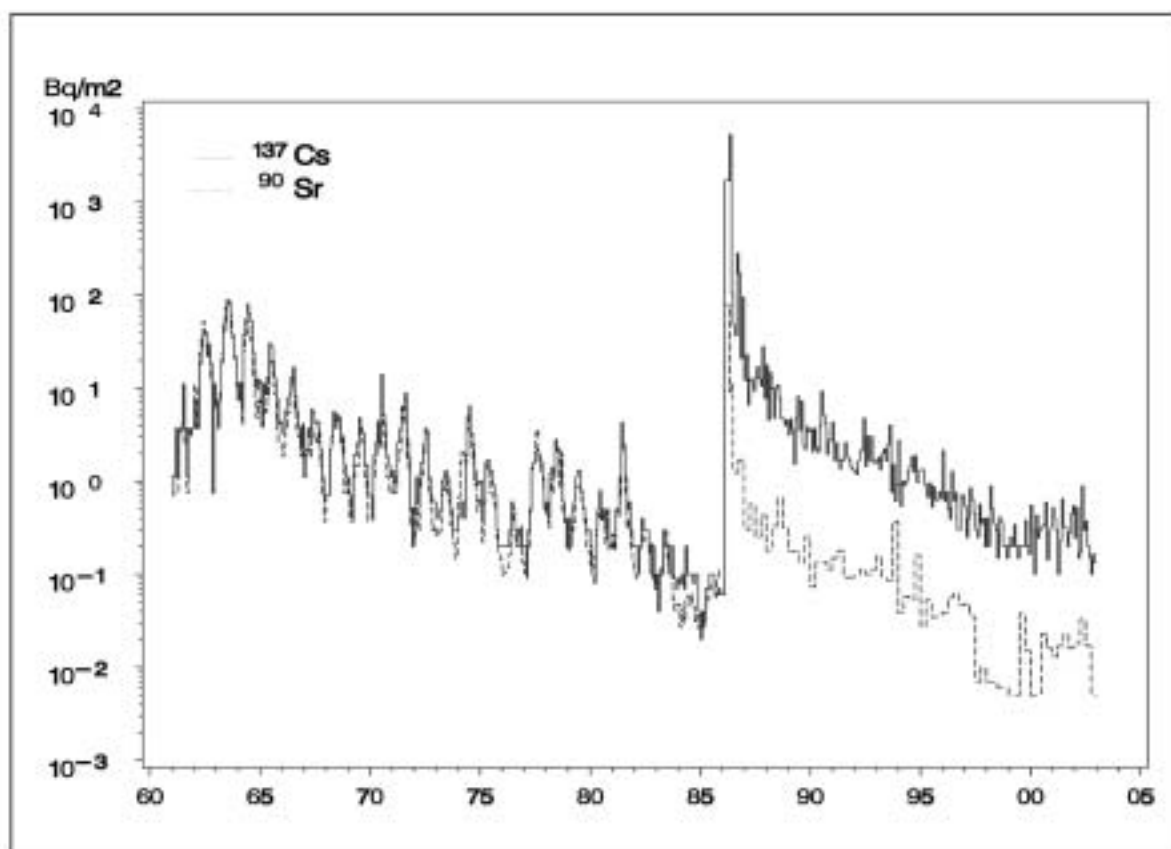


**Taulukko III.**  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -laskeumien neljännesvuosi- ja vuosisummat eri paikkakunnilla vuonna 2002 ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ).

**Tabell III.** Nedfall av  $^{137}\text{Cs}$ - och  $^{90}\text{Sr}$  under kvartalen och hela året 2002 på olika orter ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ).

**Table III.** Quarterly and annual depositions of  $^{137}\text{Cs}$ - and  $^{90}\text{Sr}$  at various stations in 2002 ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ ).

	1 <sup>st</sup> quarter		2 <sup>nd</sup> quarter		3 <sup>rd</sup> quarter		4 <sup>th</sup> quarter		whole year	
	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Helsinki	0.92	0.054	1.37	0.099	0.72	0.051	0.40	<0.03	3.41	0.22
Imatra	0.84	0.063	1.04	0.084	0.78	0.12	0.35	0.03	3.01	0.30
Ivalo	0.018	<0.03	0.03	<0.03	0.087	0.045	0.024	0.042	0.16	0.12
Jyväskylä	1.09	0.078	2.25	0.054	1.08	0.063	0.57	0.03	4.98	0.23
Kajaani	0.55	0.099	1.10	0.075	0.97	0.12	0.35	0.03	2.97	0.32
Kotka	0.95	0.048	1.61	0.081	0.93	0.075	0.88	0.06	4.37	0.26
Rovaniemi	0.03	<0.03	0.066	0.039	0.09	0.11	<0.03	<0.03	0.20	0.17
Sodankylä	<0.03	<0.03	0.039	<0.03	0.066	0.11	<0.03	<0.03	0.14	0.16
Ylöjärvi	1.61	0.03	2.24	0.084	0.92	0.06	0.58	0.033	5.35	0.21



**Kuva 5.1.**  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ -laskeumat Helsingin seudulla 1960-2002.

**Bild 5.1.** Nedfall av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i Helsingforsregionen åren 1960-2002.

**Fig. 5.1.** Depositions of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the Helsinki area during 1960-2002.

## 6 Pintaveden radioaktiiviset aineet

Analysoimalla säännöllisesti pintaveden radioaktiivisia aineita saadaan tietoa niiden ajallisesta käyttäytymisestä. Eri vesistöalueilta otetut näytteet antavat kuvan radionuklidien alueellisesta vaihtelusta.

### Näytteenotto

Pintavesinäytteitä otetaan neljä kertaa vuodessa kolmen suuren joen, Kymijoen, Oulujoen ja Kemijoen, suista (Kuva 6.1). Näytteenottokuukaudet ovat maaliskuu, touko-, elo- ja lokakuu.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteisiin lisätään strontium- ja cesium-kantajia ja ne tehdään happamiksi typpihapolla. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla lämpölamppujen alla kuiviin ja sen jälkeen tuhitetaan. Tuhitetuista näytteistä määritetään  $^{137}\text{Cs}$  ja mahdolliset muut gammanuklidit gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä wkstraktiokromatograafisella menetelmällä, ja  $^{90}\text{Sr}$  mitataan nestetuikespektrometrillä. Analyysimenetelmät ovat akkreditoituja (FINAS T 167).

### Tulokset

Tshernobylin laskeuman epätasainen alueellinen jakautuminen sekä  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n erilainen käyttäytyminen vesiympäristössä näkyy pintavesien tuloksissa. Toisin kuin Tshernobyl-laskeuma, ydinkoelaskeuma jakautui Suomeen lähes tasaisesti. Ydinkoelaskeuman vaikutukset näkyvät edelleen Pohjois-Suomen joissa.

Kymijoessa  $^{137}\text{Cs}$  -pitoisuudet ovat edelleen korkeammat kuin  $^{90}\text{Sr}$  -pitoisuudet, koska sen valuma-alueelle keuhkolla 1986 tullut  $^{137}\text{Cs}$  -laskeuma oli huomattavasti suurempi kuin sinne tullut  $^{90}\text{Sr}$  -laskeuma. Sen sijaan Oulu- ja varsinkin Kemijoessa, joiden valuma-alueille  $^{137}\text{Cs}$ :a tuli huomattavasti vähemmän kuin Kymijoen alueelle, vedestä nopeammin vähenevän  $^{137}\text{Cs}$ :n pitoisuudet ovat jo pienemmät kuin hitaammin vedestä poistuvan  $^{90}\text{Sr}$ :n. Kymijoen  $^{137}\text{Cs}$  -pitoisuudet olivat noin 20 -kertaisia Kemijoen vastaaviin pitoisuuksiin verrattuna ja  $^{90}\text{Sr}$  -pitoisuudet 2-3 -kertaisia Kemi- ja Oulujokien vastaaviin pitoisuuksiin verrattuina.

Yhteyshenkilö: Ritva Saxén, Säteilyturvakeskus  
(ritva.saxen@stuk.fi)

## 6 Radioaktiva ämnen i ytvatten

Genom regelbunden analys av radioaktiva ämnen i ytvattnet får man uppgifter om hur ämnena förekommer i vattenmiljö under olika tidpunkter. Prov från olika vattendrag ger en bild av nuklidernas regionala spridning.

### Provtagning

Prov på ytvatten tas fyra gånger om året vid mynningen av tre stora älvar, nämligen Kymmene älv, Ule älv och Kemi älv (Bild 6.1). Proven tas i mars, maj, augusti och oktober.

### Hantering och analys av proven

Till proven tillsätts Sr- och Cs-bärare och proven görs sura med salpetersyra. Därefter får proven indunsta under värmelampa och föraskas. I de föraskade proven analyseras  $^{137}\text{Cs}$  med gammaspektrometer. Strontium avskiljs med extraktionkromatografi, varefter mängden av  $^{90}\text{Sr}$  bestäms med en vätskescintillationsspektrometer. Analysmetoderna has akkrediterats av FINAS (FINAS T167).

### Resultat

Halten av radioaktiva ämnen i ytvattnet visar den ojämna regionala fördelningen av nedfallet från Tjernobyl samt att  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  beter sig olika i vattenmiljö. Nedfallet från kärnvapenprov var nästan jämt distribuerat i Finland. Dess påverkan syns fortfarande i resultaten från Norra Finlands älvar. Eftersom nedfallet av  $^{137}\text{Cs}$  på Kymmene älvs tillrinningsområde år 1986 var betydligt större än motsvarande nedfall av  $^{90}\text{Sr}$ , är halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i Kymmene älv fortfarande högre än halterna av  $^{90}\text{Sr}$  trots den snabbare minskningen av  $^{137}\text{Cs}$ . I Ule och särskilt i Kemi älv, som mottog betydligt mindre mängder  $^{137}\text{Cs}$  än Kymmene älv, är halterna av den snabbt försvinnande nukliden  $^{137}\text{Cs}$  redan nu mindre än halterna av  $^{90}\text{Sr}$ , som avtar betydligt långsammare. Halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i Kymmene älv var omkring 20 gånger högre än motsvarande halter i Kemi älv och halterna av  $^{90}\text{Sr}$  i Kymmene älv var 2-3 gånger halterna i Kemi och Ule älvar.

Kontaktperson: Ritva Saxén, Strålsäkerhetscentralen (ritva.saxen@stuk.fi).

## 6 Radioactive substances in surface water

The continuous analysis of radioactive substances in surface water produces information on the temporal behaviour of radionuclides in aquatic environment. Samples taken from different water systems show the regional variation in the concentrations of radionuclides.

### Sampling

Water samples are taken four times a year from the mouths of the three large rivers, the Kymijoki, Oulujoki and Kemijoki, which discharge into the various parts of the Baltic Sea (Fig. 6.1). The samples are taken in March, May, August and October.

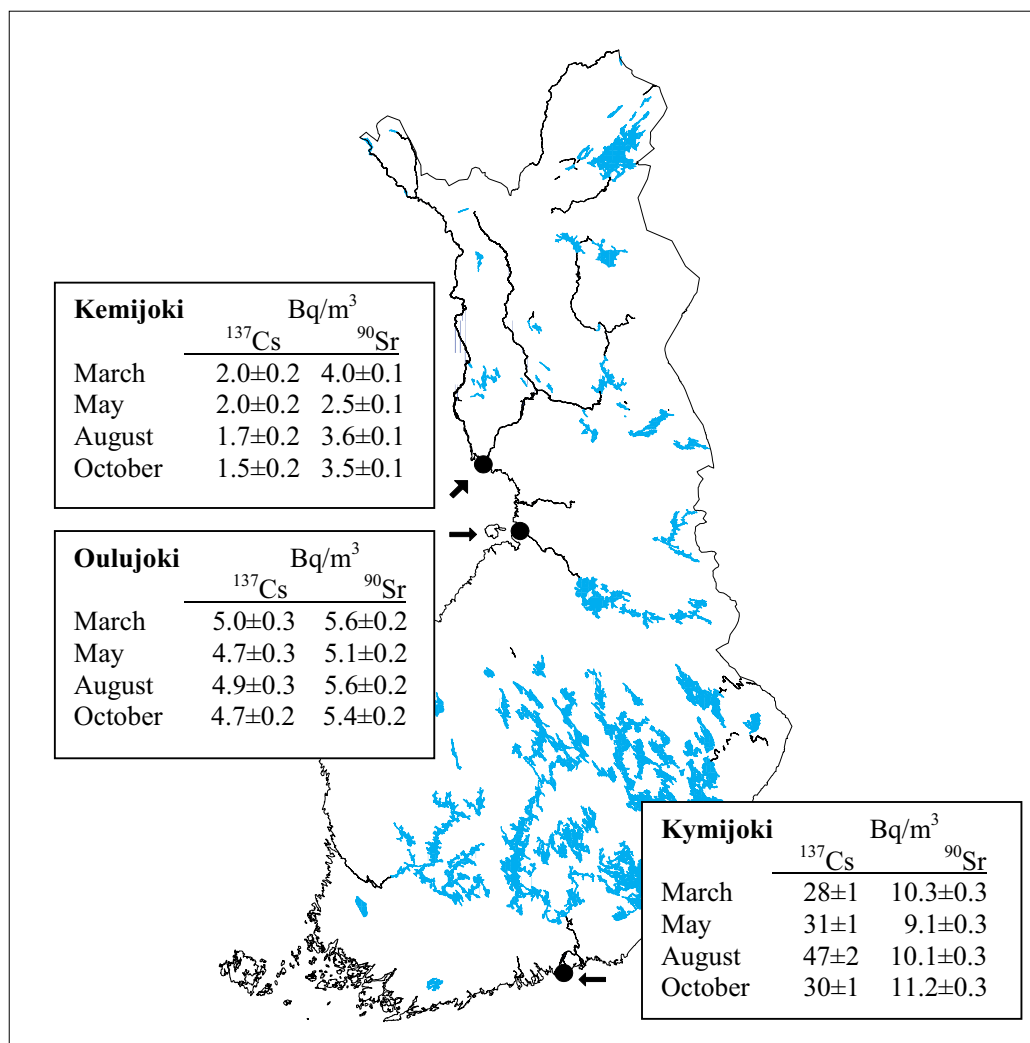
### Pre-treatment and analysis

Known amounts of Sr, Cs, Ba and Ce carriers are added to the samples, and they are acidified with nitric acid on arrival at the laboratory. The samples are concentrated by evaporation, and the dry residues are ashed. Gamma-emitting radionuclides are analysed with gamma spectrometers on the ashed samples. Strontium is separated by an extraction chromatographic method and  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a liquid scintillation spectrometer. The analysing methods are accredited by FINAS (FINAS T167).

### Results

The uneven areal distribution of the Chernobyl fallout and the different behaviour of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the aquatic environment are seen in the results. The fallout from nuclear weapon tests was almost evenly distributed throughout Finland. Its traces are still observed in the river water from northern Finland. The  $^{137}\text{Cs}$  deposition in spring 1986 in the catchment area of the Kymijoki was remarkably higher than the  $^{90}\text{Sr}$  deposition. Therefore, the concentration of  $^{137}\text{Cs}$  in the water of this river is still higher than that of  $^{90}\text{Sr}$  in spite of the faster decrease of  $^{137}\text{Cs}$ . In Oulujoki, and especially in Kemijoki, where the  $^{137}\text{Cs}$  deposition was low, the concentrations of the effectively removing  $^{137}\text{Cs}$  are already lower than the concentrations of  $^{90}\text{Sr}$  that remains better in the water phase.  $^{137}\text{Cs}$  in Kymijoki was about 20 times the amount in Kemijoki and  $^{90}\text{Sr}$  in Kymijoki was 2-3 times the amount in Oulujoki and Kemijoki.

Contact person: Ritva Saxén, Radiation and Nuclear Safety Authority, (ritva.saxen@stuk.fi).



**Kuva 6.1.** Pintaveden näytteenottopaikat ja näytteiden <sup>137</sup>Cs - ja <sup>90</sup>Sr -pitoisuudet (Bq/m<sup>3</sup>) vuonna 2002.

**Bild 6.1.** Provtagningsplatser för ytvatten samt halter av <sup>137</sup>Cs och <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>3</sup>) år 2002.

**Fig. 6.1.** The sampling sites of surface water and the concentrations of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr (Bq/m<sup>3</sup>) in 2002.



**Kuva 6.2.** Vesinäytteiden konsentrointi haihduttamalla

**Bild 6.2.** Avdunstning av vattenprov.

**Fig. 6.2** Evaporation of water samples.

## 7 Juomaveden radioaktiiviset aineet

Juomaveden radioaktiivisuutta seurataan, jotta voidaan arvioida juomaveden kautta aiheutuvaa säteilyaltistusta. Valvonta-ohjelman näytteistä analysoidaan vain keinotekoiset radioaktiiviset aineet, joita esiintyy yleensä vain pintavedestä tehdyssä juomavedessä. Juomaveden cesium ja strontium ovat peräisin pääosin Tshernobyl-onnettomuuden laskeumasta ja tritium ilmakehässä suoritetuista ydinasekokeista. Suuremman säteilyaltistuksen Suomessa aiheuttavat talousvesissä esiintyvät luonnon radioaktiiviset aineet, joiden enimmäispitoisuuksille vesilaitosten jakamassa vedessä Säteilyturvakeskus on asettanut ohjearvot (ST-ohje 12.3).

### Näytteenotto

Juomavesinäytteet otetaan samanaikaisesti ruokanäytteiden kanssa kolmelta paikkakunnalta suoraan vesijohtovedestä: Helsingistä, Tampereelta ja Rovaniemeltä. Lisäksi otetaan näytteet Oulun ja Turun vesilaitosten jakamasta vedestä (Kuva 7.1). Näytteet otetaan kahdesti vuodessa, keväällä ja syksyllä.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteistä otetaan ensin osanäytteet tritiumin määrittystä varten. Loppuosaan lisätään strontium- ja cesium-kantajia ja tehdään typpihapolla happamiksi. Näytteet konsentroidaan haihduttamalla ja haihdutusjäännökset tuhitetaan. Tuhiteista näytteistä analysoidaan  $^{137}\text{Cs}$  gammaspektrometrisesti. Strontium erotetaan näytteestä ekstraktiokromatografisella menetelmällä, minkä jälkeen  $^{90}\text{Sr}$  mitataan nestetuikespektrometrilla. Tritiumin määrittystä varten näyte tislataan epäpuhtauksien poistamiseksi.  $^3\text{H}$  määritetään mittamalla tislattu näyte nestetuikespektrometrilla. Analyysimenetelmät on akkreditoitu (FINAS T167).

### Tulokset

Pintavettä sisältävissä juomavesissä havaitaan vielä pieniä määriä  $^{90}\text{Sr}$ :tä ja  $^{137}\text{Cs}$ :ää, jotka ovat peräisin ydinasekokeaudelta ja Tshernobylin ydinonnettomuuden aiheuttamasta laskeumasta. Paikkakuntien väliset radionuklidien pitoisuuserot johtuvat sekä alueiden laskeumaeroista että raakavetenä käytettyjen pinta- ja pohjavesien määristä. Rovaniemellä käytetään yksinomaan pohjavettä, Tampereen raakavesi sisältää sekä pinta- että pohjavettä. Helsingissä, Oulussa ja Turussa juomavesi on lähes kokonaan pintavettä. Rovaniemen ja Turun juomaveden  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet olivat alle havaitsemisrajan, mikä on noin 0,001 Bq/l, ja  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuudet Rovaniemen vedessä olivat samaa tasoa. Kaikkien paikkakuntien näytteissä  $^{90}\text{Sr}$ :n ja  $^{137}\text{Cs}$ :n pitoisuudet olivat pienet (Taulukko IV).

Kaikkien näytteiden  $^3\text{H}$ -pitoisuudet olivat huomattavasti pienempiä kuin Euroopan neuvoston direktiivissä (98/83/EY) talousveden tritiumille asetettu raja-arvo 100 Bq/l.

### Säteilyannokset

Juomaveden  $^3\text{H}$ :sta,  $^{90}\text{Sr}$ :stä ja  $^{137}\text{Cs}$ :sta aiheutuva säteilyannos vaihteli välillä 0,00005 - 0,0004 mSv eri paikkakunnilla vuonna 2002. Helsingin ja Tampereen juomavedestä aiheutuva annos oli 0,0003 - 0,0004 mSv ja Rovaniemen vain runsas kymmenesosa edellisistä. Oulun ja Turun juomavedestä saatu annos oli alle puolet verrattuna Helsinkiin, mutta kaksinkertainen verrattuna Rovaniemeen. Helsingissä  $^3\text{H}$ :n osuus annoksesta oli alle 3 %, loppuosa aiheutui lähes saman verran  $^{90}\text{Sr}$ :sta ja  $^{137}\text{Cs}$ :sta.  $^3\text{H}$ :n osuus juomaveden aiheuttamasta säteilyannoksesta oli suurin Rovaniemellä, noin 20 % ja  $^{90}\text{Sr}$ :n osuus oli suurin Turussa, lähes 80 %.

Yhteyshenkilö: Ritva Saxén, Säteilyturvakeskus  
(ritva.saxen@stuk.fi)

## 7 Radioaktiva ämnen i dricksvatten

Man följer med radioaktiviteten i dricksvatten för att kunna beräkna vilken bestrålning människorna utsätts för genom att dricka vattnet. I proven i detta tillsynsprogram analyseras endast konstgjorda radioaktiva ämnen, som i allmänhet endast förekommer i dricksvatten som består av ytvatten. Cesium och strontium i dricksvatten härstammar i huvudsak från nedfall från olyckan i Tjernobyl och tritiumet härstammar från kärnvapenprov i atmosfären. Den största bestrålningen orsakas dock av naturliga radioaktiva ämnen i finländskt grundvatten, och för dessa har Strålsäkerhetscentralen uppställt åtgärdsnivåer (Strålskyddsdirektiv 12.3).

### Provtagning

Prov på dricksvatten tas samtidigt med prov på livsmedel på tre orter direkt ut vattenledningsvattnet: i Helsingfors, Tammerfors och Rovaniemi. Därtill tar man prov i Uleåborg och Åbo vattenverk (Bild 7.1). Proven tas varje vår och höst.

### Hantering och analys av proven

Ur en del av varje prov analyseras först tritium. Till resten av provet tillsätts Sr-Cs-bärare och provet görs surt med salpetersyra. Proven koncentreras med indunstning och återstoden förskas. Ur de förskade proven analyseras  $^{137}\text{Cs}$  med gammaspektrometer. Strontium avskiljs ur provet med en ekstraktionskromatografisk metod, och halten av  $^{90}\text{Sr}$  mäts med vätskescintillospektrometer. För bestämning av tritium avlägsnas föroreningar med destillering av provet. Halten av  $^3\text{H}$  bestäms genom att det destillerade provet direkt mäts i en vätskescintillospektrometer. Analysmetoderna har accrediterats av FINAS (FINAS T167).

### Resultat

I dricksvattenprov som framställts av ytvatten kan ännu vanligen observeras små mängder av  $^{90}\text{Sr}$  och  $^{137}\text{Cs}$ , som härstammar från kärnvapen-

proven och nedfallet från Tjernobyl. Råvattnet för dricksvatten i Tammerfors innehåller både ytvatten och grundvatten, medan dricksvattnet i Helsingfors, Uleåborg och Åbo är nästan helt och hållet ytvatten. Skillnaderna mellan olika orters dricksvatten beror på att nedfallet varit olika samt att mängderna yt- och grundvatten i råvattnet är olika. I Rovaniemi används enbart grundvatten, där konstgjorda radionuklider hamnar obetydligt. Halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i Rovaniemi och Åbo var under observationsgränsen, som är omkring 0,001 Bq/l, och halterna av  $^{90}\text{Sr}$  i Rovaniemi var av samma storleksordning. Halterna av  $^{90}\text{Sr}$  och  $^{137}\text{Cs}$  var låga också i andra ställen (Tabell IV).

$^3\text{H}$ -halterna i alla prov var klart under Europarådets direktiv (98/83/EG) som uppställer gränsvärdet 100 Bq/l för tritium i hushållsvatten. Observationsgränsen för tritium i den metod som användes är ungefär 1 Bq/l.

### Stråldoser

Den av dricksvattens konstgjorda radionukliderna förorsakade stråldosen är låg, varierande mellan 0,00005-0,0004 mSv på olika ställen år 2002.  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  och  $^3\text{H}$  i dricksvatten från Helsingfors och Tammerfors förorsakade omkring 0,0003 – 0,0004 mSv och från Rovaniemi omkring tiondedel från det förenämnda värdet. I Uleåborg och Åbo var dosen mindre än hälften från dosen i Helsingfors, men dubbelt jämfört med dosen i Rovaniemi. I Helsingfors orsakade  $^3\text{H}$  mindre än 3 % av dosen; resten var orsakad jämnt av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$ . Andelen av  $^3\text{H}$  från dosen var störst i Rovaniemi, omkring 20 %, och andelen av  $^{90}\text{Sr}$  var störst i Åbo, nästan 80 % av de låga doserna.

Kontaktperson: Ritva Saxén, Strålsäkerhetscentralen (ritva.saxen@stuk.fi).



## 7 Radioactive substances in drinking water

Drinking water is monitored for radioactive substances in order to estimate the internal radiation dose for human beings via drinking water. Only artificial radionuclides, which are normally found in the drinking water comprised of surface water, are analysed in the samples collected for this monitoring programme. Caesium and strontium observed in drinking water originate mainly from the deposition after the Chernobyl accident, and tritium originates from the deposition of atmospheric nuclear weapon tests. Most radiation exposure via drinking water in Finland comes from the natural radionuclides in the ground water. In 1993 STUK issued action limits for natural radionuclides in drinking water (ST-guide 12.3).

### Sampling

The samples of drinking water are taken straight from tap water simultaneously with the diet samples in three cities: Helsinki, Tampere and Rovaniemi. In addition to these samples are taken from the waterworks of Oulu and Turku (Fig. 7.1). The samples are taken twice a year, in spring and in autumn.

### Pre-treatment and analysis

A subsample is taken from the samples for tritium analysis. Known amounts of Sr and Cs carriers are added to the rest of the samples, and they are acidified with nitric acid. The samples are concentrated by evaporation and by ashing the dry residue. Gamma-emitting radionuclides are analysed with gamma spectrometers on the ashed samples. Strontium is separated by an extraction chromatographic method and  $^{90}\text{Sr}$  is measured with a liquid scintillation spectrometer. The samples for tritium analyses are distilled until dryness to remove impurities.  $^3\text{H}$  is determined by measuring the distilled sample with a liquid scintillation

spectrometer. The analysing methods are accredited by FINAS (FINAS T167).

### Results

Small amounts of  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  originating from the nuclear weapon test fallout and the Chernobyl deposition are still observed in drinking water comprised of surface water. The differences between the sites are due to the differences in deposition and the amounts of surface and ground waters used as raw water. The raw water in Tampere consists of both surface and ground water; in Helsinki, Oulu and Turku the drinking water is mainly comprised of surface water. In Rovaniemi all the raw water used is ground water, which is generally well protected against fallout radioactivity. Therefore,  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in the samples from northern Finland were very low (Table IV).

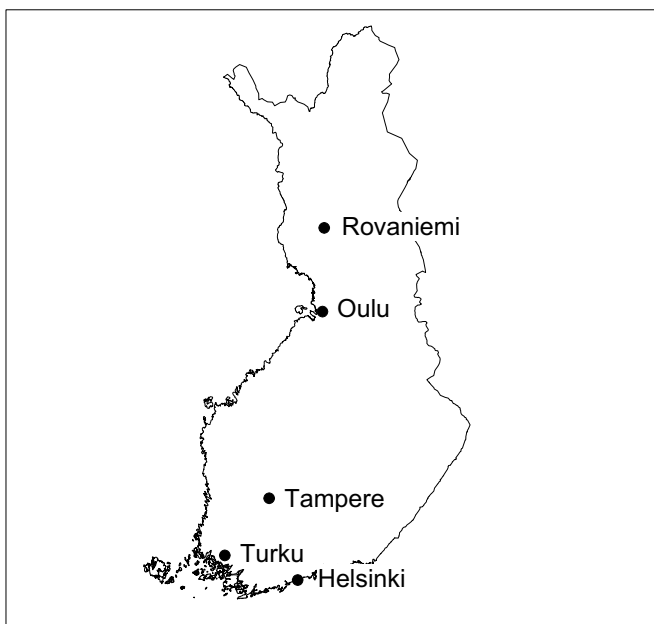
The concentrations of  $^3\text{H}$  in all the samples were well below the limit of 100 Bq/l laid down in European Commission Regulation (EC) No. 98/83 for household water.

### Radiation doses

In 2002 radiation doses via  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in drinking water varied between 0.00005 - 0.0004 mSv in various places in 2002. Radiation doses from the drinking water of Helsinki and Tampere were 0.0003 - 0.0004 mSv and one tenth of that in Rovaniemi. In Oulu and Turku radiation dose caused by drinking water was less than one half of that in Helsinki, but twice that in Rovaniemi. In Helsinki the contribution of  $^3\text{H}$  to the dose was less than 3%, the rest was caused equally by  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$ . The contribution of  $^3\text{H}$  was highest in Rovaniemi (20%), and that of  $^{90}\text{Sr}$  was highest in Turku (about 80%).

Contact person: Ritva Saxén, Radiation and Nuclear Safety Authority, (ritva.saxen@stuk.fi).





**Kuva 7.1.** Juomaveden keräyspaikkakunnat.  
**Bild 7.1.** Provtagningsorter för dricksvatten.  
**Fig. 7.1.** The sampling sites for drinking water samples.

**Taulukko IV.** Juomaveden  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  ja  $^{137}\text{Cs}$  -pitoisuudet Helsingissä, Oulussa, Rovaniemellä, Tampereella ja Turussa.

**Tabell IV.** Halt av  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  och  $^{137}\text{Cs}$  i dricksvatten i Helsingfors, Uleåborg, Rovaniemi, Tammerfors och Åbo.

**Table IV.** The concentrations of  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in drinking water in Helsinki, Oulu, Rovaniemi, Tampere and Turku.

City	Sampling date	$^3\text{H}$ , Bq/l	$^{90}\text{Sr}$ , Bq/l	$^{137}\text{Cs}$ , Bq/l
Helsinki	10.4.2002	$0.9 \pm 0.05$	$0.011 \pm 3\%$	$0.019 \pm 4\%$
	23.10.2002	$0.9 \pm 0.05$	$0.01 \pm 3\%$	$0.027 \pm 3\%$
Oulu	17.4.2002	$1.2 \pm 0.1$	$0.005 \pm 3\%$	$0.005 \pm 6\%$
	23.10.2002	$1.2 \pm 0.1$	$0.004 \pm 3\%$	$0.003 \pm 12\%$
Rovaniemi	24.4.2002	$0.8 \pm 0.04$	$< 0.002$	$< 0.001$
	24.10.2002	$0.7 \pm 0.04$	$< 0.001$	$< 0.001$
Tampere	24.4.2002	$1.6 \pm 0.1$	$0.01 \pm 3\%$	$0.006 \pm 7\%$
	15.10.2002	$1.1 \pm 0.1$	$0.011 \pm 3\%$	$0.006 \pm 7\%$
Turku	10.4.2002	$1.4 \pm 0.1$	$0.004 \pm 3\%$	$< 0.001$
	7.10.2002	$1.4 \pm 0.1$	$0.005 \pm 3\%$	$< 0.001$

## 8 Maidon radioaktiiviset aineet

Maidon radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien seuranta on tärkeää, koska ympäristössä olevat radionuklidit siirtyvät tehokkaasti rehun kautta maitoon. Meijerimaidon keruu laajoilta alueilta antaa kuvan alueen radioaktiivisuustasosta. Maito on tärkeä osa ravinnosta, joten sen kautta saatava säteilyannos suuren kulutuksen takia voi olla merkittävä. Maidon valvontaohjelman paikkakunnat on valittu siten, että ne antavat riittävän kattavan kuvan Suomessa tuotetun maidon radioaktiivisten aineiden pitoisuuksista. Valinnassa on huomioitu alueellisen kattavuuden lisäksi erilaiset tuotanto-olosuhteet, mm. maaperä ja laskeumataso. Paikkakunnat edustavat samoja alueita, joilta kerätään näytteitä muihin säteilyvalvontaohjelmiin.

### Näytteenotto

Näytteenottomeijerien paikkakunnat ovat Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Rovaniemi ja Seinäjoki (Kuva 8.1). Viikoittain kerättävät näytteet pakastetaan ja yhdistetään kuukausinäytteiksi analysointia varten.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteet haihdutetaan ja tuhitetaan ennen analysointia. Tuhitetuista kuukausinäytteistä määritetään  $^{137}\text{Cs}$  gammaspektrometrillä mittauksella.  $^{90}\text{Sr}$  -määritykset tehdään neljännesvuosittain yhdistetyistä näytteistä erottamalla strontium ionikromatografisella menetelmällä ja mittaamalla  $^{90}\text{Sr}$  nestetuikespektrometrillä. Käytetyt analyysimenetelmät on akkreditoitu (FINAS T167).

### Tulokset

$^{137}\text{Cs}$  -pitoisuudet maidossa ovat jo lähes samaa tasoa kuin ennen Tshernobylin ydinonnettomuutta. Laskeuman epätasainen alueellinen jakautuminen näkyy vielä maidon pitoisuuksissa. Havaitut pitoisuudet ovat alle tuhannesosan siitä toimenpidetasosta ja elintarvikekaupan raja-arvosta (1000 Bq/l), jota sovelletaan Euroopan unionin alueella ydinonnettomuuden jälkeisessä tilanteessa (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

Maidon alueelliset  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$  -pitoisuudet vuonna 2002 on esitetty kuukausittain kuvassa 8.1.  $^{137}\text{Cs}$  -pitoisuudet olivat 0,2 – 2,4 Bq/l. Ne olivat korkeimmat alueella, joka sai eniten laskeumaa Tshernobylin onnettomuuden jälkeen. Kuvassa 8.2 on esitetty  $^{137}\text{Cs}$  -pitoisuudet 1960-luvulta lähtien Etelä-Suomen maidossa. Näytteenottoalue on vaihdellut eri aikoina.

Maidosta aiheutuva säteilyannos oli 0,0008 – 0,0027 mSv vuonna 2002. Tästä säteilyannoksesta  $^{90}\text{Sr}$ :n osuus oli runsas kymmenesosa. Arviossa on oletettu maidon kulutukseksi 140 litraa vuodessa henkilöä kohti.

Yhteyshenkilö: Eila Kostiainen, Säteilyturvakeskus (eila.kostiainen@stuk.fi).

## 8 Radioaktiva ämnen i mjölk

Övervakning av halten av radioaktiva ämnen i mjölk är viktig, eftersom radionuklider i miljön mycket effektivt via fodret kommer med i mjölken. Prov på mejerimjölken från många områden ger en bild av radioaktivitetsnivån på olika områden. Mjölk är en viktig del av födan, varför den stråldos som man kan få via mjölken kan bli betydande på grund av den stora konsumtionen av mjölk. Orterna för övervakning av radioaktiviteten i mjölk har valts så, att de kan ge en tillräckligt täckande bild av halterna i den finländska mjölken. Orterna valdes med beaktande av regional täckning och olika produktionsförhållanden, såsom jordmån och nedfallsnivå. Orterna representerar samma områden som man använder för provtagning i andra stråltillsynsprogram.

### Provtagning

Proven tas i mejerier i Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Rovaniemi och Seinäjoki (Bild 8.1). Prov tas varje vecka, fryses ner och sammanslås till ett prov för varje månad.

### Hantering och analys av proven

Proven indunstas och föraskas före analysen. I de föraskade proven för varje månad bestäms  $^{137}\text{Cs}$  med gammaspektrometer. Mätningen av  $^{90}\text{Sr}$  görs kvartalsvis ur sammanslagna prov ur vilka strontium avskiljs först med jonkromatografi och  $^{90}\text{Sr}$  bestäms med vätske-scintillospektrometer. Analysmetoderna har akkrediterats av FINAS (FINAS T167).

### Resultat

$^{137}\text{Cs}$ -halten i mjölk är nu nästan på samma nivå som före Tjernobylyckan. Nedfallets ojämna regionala fördelning syns ännu i mjölken. De observerade halterna är mindre än en tusendel av det åtgärdsnivå och gränsvärde för handeln med livsmedel (1000 Bq/l), som tillämpas i Europeiska unionen efter kärnolyckan (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

De regionala halterna av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i mjölk under olika månader år 2002 finns i bild 8.1.  $^{137}\text{Cs}$ -halterna var 0,2 – 2,4 Bq/l. De var högst på de områden som utsattes för det största nedfallet efter olyckan i Tjernobyl. I bild 8.2 visas halterna av  $^{137}\text{Cs}$  på 1960-talet i mjölk från södra Finland. Prov har tagits på olika områden under olika tider.

Stråldosen förorsakad av mjölk var 0,0008 – 0,0027 mSv år 2002. Andelen av  $^{90}\text{Sr}$  av denna stråldos var under 20 %. Konsumtion av mjölk har i uppskattningen antagits vara 140 liter per år per person.

Kontaktperson: Eila Kostiainen, Strålsäkerhetscentralen (eila.kostiainen@stuk.fi).

## 8 Radioactive substances in milk

For monitoring purposes, cow's milk is generally the most important foodstuff as grass is an efficient collector of atmospheric contaminants, and radionuclides are rapidly passed from grass to milk. Sampling of dairy milk provides a method of carrying out surveillance of large areas. Consumption of milk and dairy products is one of the most important pathways for uptake of radionuclides by human being. The sampling sites of milk in the monitoring programme are chosen to provide representative information about radioactivity in milk produced in Finland. In choosing the sampling sites the different production conditions (soil type, deposition) have been considered. The sampling sites represent the same areas used in sampling for other radiation monitoring programmes.

### Sampling

The sampling sites are dairies in Riihimäki, Joensuu, Jyväskylä, Rovaniemi and Seinäjoki (Fig. 8.1). The weekly samples from each sampling site are frozen, and then bulked monthly for analysis.

### Pre-treatment and analysis

The samples are evaporated and ashed before analysis.  $^{137}\text{Cs}$  is determined by gamma spectrometric measurements on the ashed samples.  $^{90}\text{Sr}$  is determined from quarterly bulked samples by separating strontium by an ionchromatographic method and thereafter measuring  $^{90}\text{Sr}$  with a liquid scintillation spectrometer. The used analysing methods are accredited by FINAS (FINAS T167).

### Results

$^{137}\text{Cs}$  contents in milk are nearly at the same level as before the deposition caused by the Chernobyl accident. The effect of the uneven distribution of the Chernobyl deposition is still seen in the results. The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  observed are about one thousandth of the action level and the maximum permitted level (1000 Bq/l) which are to be applied within the European Union after a nuclear accident (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

The areal monthly concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and quarterly concentrations of  $^{90}\text{Sr}$  in milk in 2002 are given in Fig. 8.1. The range of  $^{137}\text{Cs}$  contents in milk was 0.2-2.4 Bq/l. The concentrations were highest in the areas with the highest deposition after the Chernobyl accident. The  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in milk in southern Finland since 1960 are given in Fig. 8.2. The sampling area was not the same during all the years.

The radiation dose received through milk was 0.0008–0.0027 mSv in 2002. Less than 20% of this radiation dose was due to  $^{90}\text{Sr}$ . The annual consumption of milk was assumed to be 140 l per capita in this dose estimate.

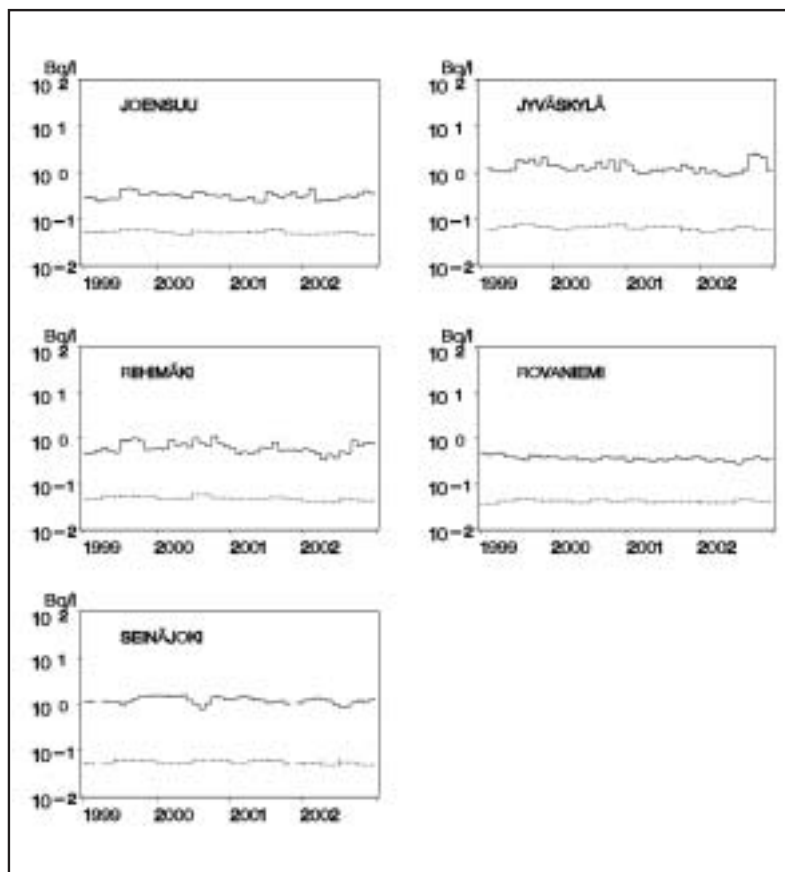
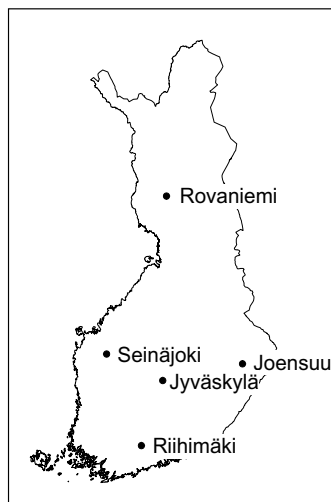
Contact person: Eila Kostinen, Radiation and Nuclear Safety Authority (eila.kostiainen@stuk.fi).

**Taulukko V.**  $^{137}\text{Cs}$  ja  $^{90}\text{Sr}$ -pitoisuudet (Bq/l) maidossa vuonna 2002, neljännesvuosi- ja vuosikeskiarvot.

**Tabell V.**  $^{137}\text{Cs}$  ja  $^{90}\text{Sr}$  -halter (Bq/l) i mjölk år 2002, kvartals- och årsmedeltal.

**Table V.** The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  (Bq/l) in milk in 2002, quarterly and annual means.

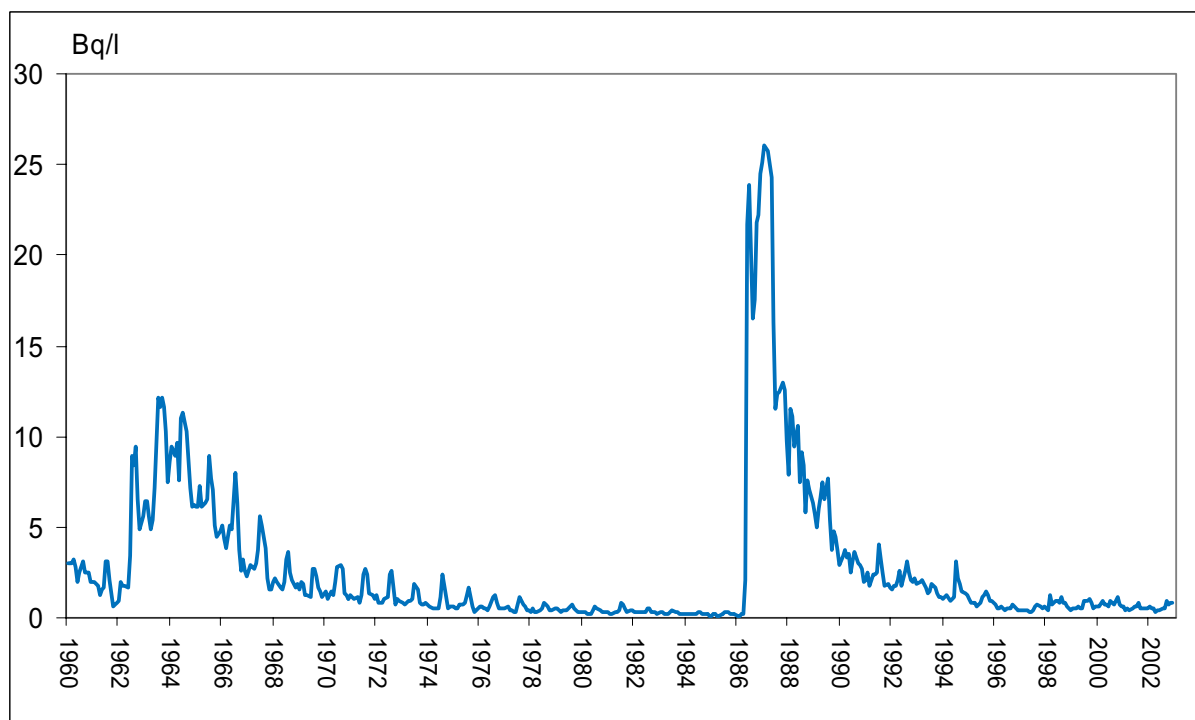
Site	1.1.-31.3. $^{137}\text{Cs}$ $^{90}\text{Sr}$	1.4.-30.6. $^{137}\text{Cs}$ $^{90}\text{Sr}$	1.7.-30.9. $^{137}\text{Cs}$ $^{90}\text{Sr}$	1.10.-31.12. $^{137}\text{Cs}$ $^{90}\text{Sr}$	1.1.-31.12. $^{137}\text{Cs}$ $^{90}\text{Sr}$
Joensuu	0.33 0.047	0.26 0.049	0.30 0.052	0.37 0.045	0.31 0.048
Jyväskylä	1.1 0.053	0.88 0.057	1.5 0.066	1.9 0.058	1.3 0.058
Riihimäki	0.54 0.040	0.39 0.039	0.63 0.047	0.77 0.043	0.58 0.042
Rovaniemi	0.34 0.039	0.33 0.039	0.33 0.045	0.37 0.042	0.34 0.041
Seinäjoki	1.3 0.053	1.2 0.049	0.95 0.056	1.2 0.049	1.1 0.052



**Kuva 8.1** Maitonäytteiden keräyspaikkakunnat ja  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$ - pitoisuuksien kuukausikeskiarvot maidossa vuonna 2002, (\_\_\_\_ $^{137}\text{Cs}$ , ..... $^{90}\text{Sr}$ ).

**Bild 8.1.** Provtagningsorter för mjölk och månadsmedeltal av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i mjölk, 2002 (\_\_\_\_ $^{137}\text{Cs}$ , ..... $^{90}\text{Sr}$ ).

**Fig. 8.1.** The sampling sites of milk and areal concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  (Bq/l) in milk in 2002, (\_\_\_\_ $^{137}\text{Cs}$ , ..... $^{90}\text{Sr}$ ).



**Kuva 8.2.** Maidon keskimääräinen  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus Etelä-Suomessa tuotetussa maidossa vuodesta 1960 lähtien.

**Bild 8.2.** Genomsnittlig halt av  $^{137}\text{Cs}$  i mjölk producerats i Södra Finland sedan 1960.

**Fig. 8.2.**  $^{137}\text{Cs}$  in milk (Bq/l) in southern Finland since 1960.



## 9 Elintarvikkeiden radioaktiiviset aineet

Elintarvikenäytteiden radioaktiivisuusmittausten tavoitteena on hankkia tietoa radionuklidien saannista ruoan kautta. Kun tunnetaan elintarvikkeiden sisältämien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ruoassa, voidaan arvioida väestön ravinnon kautta saamaa päivittäistä säteilyaltistusta. Koko vuorokauden aterioiden analysointi yksittäisten elintarvikkeiden sijasta antaa suoraan saannin, jossa on jo huomioitu ruoan valmistus- ja kulutustekijät. Näytteenoton paikkakunnat on valittu edustamaan suurimpia asutuskeskuksia sekä alueita, jotka ovat mukana muissa valvontaohjelmissa. Paikkakunnat ovat Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa, jolloin elintarvikkeiden käytön alueelliset erot tulevat huomioonotetuiksi.

Tämä valvontaohjelma antaa kuvan suurkeittiöiden ravinnon radioaktiivisuustasosta. Runsaasti luonnontuotteita (sieniä, metsämarjoja, riis-taa, järvikalaa) sisältävässä ravinnossa voi olla huomattavasti enemmän radioaktiivisia aineita. Eri elintarvikkeiden  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuuksista yksityiskohtaisempaa tietoa on löydettävissä Säteilyturvakeskuksen kotisivuilta osoitteessa: [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

### Näytteenotto

Näytteet kerätään kahdesti vuodessa kolmelta paikkakunnalta (Kuva 9.1). Näytteenoton ajankohdat ovat huhtikuu ja lokakuu, jolloin syksyn näytteenotossa ovat mukana uuden sadon tuotteet. Näytteenottopaikkoina ovat sairaaloiden suurkeittiöt. Näytteet sisältävät vuorokauden kaikki ateriat mukaan lukien leivät ja juomat. Ateriat on suunniteltu siten, että vuorokauden energiasisältö on n. 8400 - 9200 kJ.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Vuorokauden kaikki ateriat yhdistetään yhdeksi näytteeksi, juomat ja ruoka erikseen. Kiinteät

ruokanäytteet kuivataan, homogenisoidaan ja poltetaan tuhkaksi. Juomat haihdutetaan lämpö-lamppujen alla ja tuhitetaan.  $^{137}\text{Cs}$  määritetään gammaspektrometrisella mittauksella tuhitetuista ruoka- ja juomanäytteistä. Strontium erotetaan näytteistä kemiallisesti ionikromatografisella menetelmällä, minkä jälkeen  $^{90}\text{Sr}$  määritetään nestetuikemittauksella. Käytetyt analyysimenetelmät on akkreditoitu (FINAS T167).

### Tulokset

Päivittäisen ravinnon  $^{137}\text{Cs}$ - ja  $^{90}\text{Sr}$  -pitoisuudet ovat pieniä, koska ruoan raaka-aineena käytetyt maataloustuotteet ovat lähes puhtaita radioaktiivisista aineista. Vaihtelut tuloksissa johtuvat lähinnä näytteenottopäivän dieetin ja ruoan alueellisen alkuperän vaihteluista. Vuonna 2002  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet ruoassa olivat 0,13–0,47 Bq/kg ja juomissa 0,2–0,5 Bq/l. Päivittäinen cesiumin saanti ruoan kautta vaihteli välillä 0,3 – 0,6 Bq/d ja juomien kautta 0,2–0,7 Bq/d.  $^{137}\text{Cs}$  -määritysten mit-tausvirhe oli 4–7 % ja  $^{90}\text{Sr}$  -määritysten virhe 5 %. Aluekohtaiset tulokset on esitetty taulukossa VI.

Suurkeittiöiden ruokaa käyttävien ruoasta saama säteilyannos oli alle 0,01 mSv vuonna 2002, josta  $^{137}\text{Cs}$ :sta aiheutuva osuus oli noin 80%. Runsaasti luonnontuotteita käyttävän henkilön saama säteilyannos voi olla kymmenkertainen tähän verrattuna.

Yhteyshenkilö: Eila Kostiainen, Säteilyturvakeskus ([eila.kostiainen@stuk.fi](mailto:eila.kostiainen@stuk.fi)).



## 9 Radioaktiva ämnen i livsmedel

Målet för radioaktivitetsmätningar i livsmedel är att erhålla uppgifter om intaget av radionuklider via födan. När man känner halterna av radioaktiva ämnen i livsmedel, kan man beräkna den dagliga stråldos som befolkningen får via födan. Analys av måltider under ett helt dygn istället för analys av enstaka livsmedel ger direkt intaget, och faktorer som beror av tillagningen och konsumtionen blir därmed beaktade. Orterna för provtagning har valts så att de representerar stora bostadscentra samt områden, som ingår i tillsynsprogrammen. Orterna finns i södra, mellersta och norra Finland, och regionala skillnader i användningen av livsmedel kan därmed beaktas.

Detta tillsynsprogram ger en bild av radioaktivitetsnivån i födan i storkök. Föda som innehåller rikligt med naturprodukter (svampar, skogsbär, villebråd, insjöfisk) kan innehålla betydligt större mängder radioaktiva ämnen. Information om  $^{137}\text{Cs}$  i olika livsmedel kan hittas på Strålsäkerhetscentralens hemsidor i adressen: [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

### Provtagning

Proven tas två gånger årligen på tre orter (bild 9.1). Tidpunkterna för provtagningen är april och oktober, varvid provtagningen på hösten innefattar den senaste skörden. Proven tas i sjukhusens storkök. De innehåller alla måltider under dygnet, inklusive bröd och drycker. Måltiderna har planerats att ge ca 8400 - 9299 kJ per dygn.

### Hantering och analys av proven

Alla måltider under dygnet sammanslås till ett enda prov, drycker och mat skilt för sig. De fasta proven på mat torkas, homogeniseras och bränns till aska. Dryckerna indunstras under värme-lampor och föraskas.  $^{137}\text{Cs}$  bestäms med gammaspektrometri ur de föraskade proven på mat och dryck. Strontium avskiljs kemiskt med jonkromatografi, varefter halten av  $^{90}\text{Sr}$  bestäms med vätske-scintillospektrometer. De använda analysmetoderna har akkrediterats av FINAS (FINAS T167).

### Resultat

Halterna av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  är små, eftersom de lantbruksprodukter som användes som ingredienser är nästan fria från radioaktivitet. Små variationer i mätresultaten beror närmast på variationer i provtagningsdagens matsedel och regionalt ursprung av ingredienser. År 2002  $^{137}\text{Cs}$ -halterna i maten var 0,13-0,47 Bq/kg och i dryckerna 0,2–0,5 Bq/l. Det dagliga intaget av cesium i maten varierade mellan 0,3–0,6 Bq/d och i dryckerna 0,2–0,7 Bq/d. Mätfelet i bestämningarna av  $^{137}\text{Cs}$  var 4-7 % och vid bestämningarna av  $^{90}\text{Sr}$  var felet 5 %. De regionala mätresultaten finns i tabell VI.

Stråldosen av människor som använder födan från storkök var år 2002 i medeltal under 0,01 mSv, varav andelen förorsakade av  $^{137}\text{Cs}$  var cirka 80%. Stråldosen av människor som använder rikligt med naturprodukter kan vara tiofaldig.

Kontaktperson: Eila Kostiainen, Strålsäkerhetscentralen ([eila.kostiainen@stuk.fi](mailto:eila.kostiainen@stuk.fi)).



## 9 Radioactive substances in foodstuffs

The main focus of the foodstuffs monitoring program is to obtain information about the intake of radionuclides through ingestion for the purpose of estimating internal doses. An analysis of the whole mixed diet samples rather than the main components of diet gives the intake, where the consumption and food processing are already included. The sampling sites were chosen to represent large population centres and the same areas used in other radiation monitoring programmes. The sites are situated in southern, central and northern Finland in order to consider the areal differences in the composition of diets.

This monitoring programme typifies the food prepared in institutional kitchens, and the level of radioactivity it contains. In the food containing a lot of natural products (mushrooms, wild berries, game, freshwater fish) the radioactivity concentrations may be remarkably higher. More information on  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in various foodstuffs is available at the STUK's home pages [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

### Sampling

The diet samples are collected twice a year at three sites, Helsinki, Tampere and Rovaniemi (Fig. 9.1). The sampling times are April and October, so that the products of the new crop are included in the autumn sampling. The sampling sites are the institutional kitchens of large hospitals. All meals with bread and drinks consumed during one day are included in the samples. The meals are planned so that the energy content in the daily diet is about 8400 - 9200 kJ.

### Pre-treatment and analysis

All the meals on the sampling day are bulked together before the analyses are made. The solid food samples are dried, homogenised and ashed.

The drink samples are evaporated under infra-red thermal lamps and ashed.  $^{137}\text{Cs}$  is determined by gamma spectrometric measurement from the ashed food and drink samples. Strontium is separated from the samples chemically by an ionchromatographic method, and  $^{90}\text{Sr}$  is determined with a liquid scintillation spectrometer. The used analysing methods are accredited by FINAS (FINAS T167).

### Results

The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the daily diet are low, because the agricultural products used as raw material are nearly free of artificial radionuclides. The fluctuations in the results are mostly due to variations in the diets of the sampling day and regional raw materials. The concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  in the solid food ranged from 0.13–0.47 Bq/kg, and in the drinks from 0.2–0.5 Bq/kg. The daily intakes of  $^{137}\text{Cs}$  via food ranged from 0.3–0.6 Bq/d, and via drinks from 0.2–0.7 Bq/d. The measurement uncertainty for  $^{137}\text{Cs}$  was 4–7 % and for  $^{90}\text{Sr}$  5 %. The areal results are given in Table VI.

The average internal radiation dose received through food from institutional kitchens in 2002 is less than 0.01 mSv, about 80 % of which is due to  $^{137}\text{Cs}$ . People consuming large amounts of natural products may receive ten times higher radiation doses.

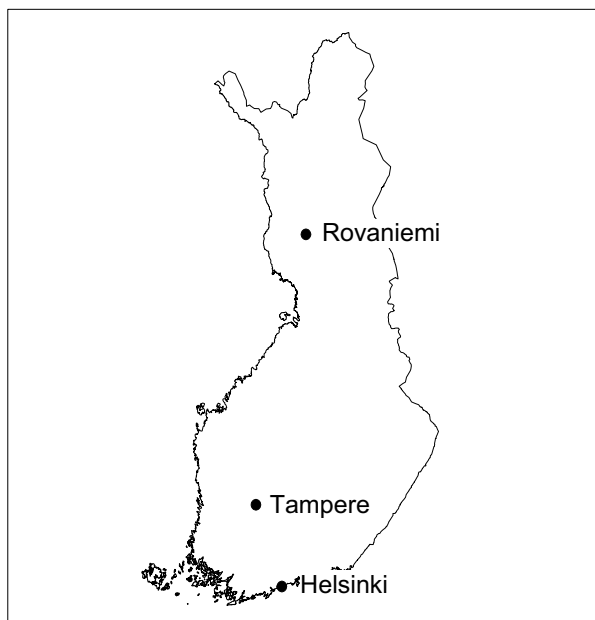
Contact person: Eila Kostiainen, Radiation and Nuclear Safety Authority ([eila.kostiainen@stuk.fi](mailto:eila.kostiainen@stuk.fi))

**Taulukko VI.**  $^{137}\text{Cs}$ :n ja  $^{90}\text{Sr}$ :n päivittäinen saanti ruoasta vuonna 2002.

**Tabell VI.** Daglig tillförsel av  $^{137}\text{Cs}$  och  $^{90}\text{Sr}$  i maten år 2002.

**Table VI.** The daily intake of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  via ingestion in 2002.

Site	Sampling date	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/d) meal	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/d) drinks	$^{90}\text{Sr}$ (Bq/d) meal	$^{90}\text{Sr}$ (Bq/d) drinks
Helsinki	9.4.2002	0.27	0.47	0.10	0.045
	31.10.2002	0.51	0.69	0.10	0.057
Rovaniemi	23.4.2002	0.54	0.17	0.098	0.019
	23.10.2002	0.48	0.22	0.051	0.022
Tampere	24.4.2002	0.34	0.35	0.089	0.036
	15.10.2002	0.65	0.46	0.10	0.029



**Kuva 9.1** Elintarvikkeiden keräyspaikkakunnat.

**Bild 9.1.** Provtagningsorter för födoämnen.

**Fig. 9.1.** The sampling sites for diet samples.



## 10 Radioaktiiviset aineet ihmisessä

Ihminen voi saada radioaktiivisia aineita elimistönsä hengittämällä tai ravinnon mukana. Nämä aineet ovat joko luonnollista alkuperää tai keinotekoisesti synnitettyjä. Näistä gamma-säteilyä lähettäviä aineita voidaan mitata suoraan ihmisen kehosta. Mittaukset tehdään ns. kokokehomittauslaitteistoilla. Säteilyturvakeskuksessa on kaksi tällaista laitteistoa, toinen kiinteästi asennettu laboratorioon Helsingissä ja toinen liikkuva.

### Mittaukset

Laboratoriossa oleva mittaussysteemi on sijoitettu 50 tonnia painavaan rautahuoneeseen. Paksujen rautaseinien tarkoituksena on vaimentaa ympäristöstä tulevaa taustasäteilyä. Keveämpi, noin 2,5 tonnia painava malli on asennettu kuorma-autoon (kuva 10.1). Liikkuvalla systeemillä voidaan mittauksia tehdä myös Helsingin ulkopuolella. Mittauslaitteistoon kuuluu mittaustuoli johon mitattava henkilö asettuu ja sen yläpuolella oleva gamma-säteilyä havaitsema ilmaisin.

Kokokehomittauksessa ihmiseen ei kohdistu säteilyä. Mittaus perustuu kehossa olevien radioaktiivisten aineiden hajotessaan lähettämän gamma-säteilyn havaitsemiseen. Tällä hetkellä tärkein ravinnon mukana ihmiseen kulkeutuvista keinotekoisista radioaktiivisista aineista on  $^{137}\text{Cs}$ . Mittausmenetelmä on akkreditoitu (FINAS T167).

### Mitattavat ihmisryhmät

Suomessa on vuodesta 1965 lähtien seurattu helsinkiläistä vertailuryhmää. Vuonna 2002 on tämän ryhmän sekä Helsingistä ja Rovaniemeltä kouluympäristöstä valittujen ryhmien lisäksi mitattu myös vastaava ryhmä Tampereelta. Näistä mittauksista saatujen tulosten perusteella arvioidaan suomalaisten keskimäärin saama säteilyannos keinotekoisista radioaktiivisista aineista. Tampere edustaa Suomessa Tshernobylin onnettomuuden aiheuttaman korkeimman laskeuman aluetta.

Helsingin ja Rovaniemen ryhmiin kuuluu henkilöitä kahdesta eri koulusta täydennettyinä Säteilyturvakeskuksen henkilökuntaan kuuluvilla. Koulut on valittu siksi, että samassa mittauspai-kassa on eri ikäisiä henkilöitä. Henkilöiden valinta perustuu vapaaehtoisuuteen. Mitattavilta kysytään lyhyesti ruokavaliosta ja tiettyjen runsaasti radiocesiumia sisältävien elintarvikkeiden kulu-tuksesta.

### Tulokset

Mittaustulokset ovat kuvassa 10.2. Kuvassa ole-viin tuloksiin sisältyvät vain aikuisten (yli 14-vuo-tiaiden) mittaustulokset. Aikuisten ryhmässä oli Helsingissä 25, Rovaniemellä 43 ja Tampereella 23 henkilöä. Helsingissä suurin mitattu cesiumak-tiivisuus kehossa oli 940 Bq ja pienin alle havait-semisrajan 30 Bq. Vastaavat luvut olivat Ro-va-niemellä 420 Bq ja alle 50 Bq sekä Tampereella 1600 Bq ja alle 50 Bq. Lapsia (alle 15-vuotiaita) ryhmissä oli niin vähän, että heidän tuloksista voidaan vain sanoa, että kehossa oleva cesiumak-tiivisuus oli yleensä alle 100 Bq. Kuvasta nähdään myös Tampereen korkeamman laskeuman vaiku-tus mittaustuloksiin.

Kuvassa 10.3 on esitetty keskimääräinen  $^{137}\text{Cs}$ -aktiivisuus helsinkiläisen vertailuryhmän jäsenis-sä 1960-luvun puolivälistä lähtien. Kuvassa erot-tuvat selvästi ilmakehässä suoritettujen ydinko-keiden ja Tshernobylin ydinonnettomuuden vai-kutukset kehossa olevaan cesiumaktiivisuuteen.

Kehossa olevan  $^{137}\text{Cs}$ :n arvioitiin vuonna 2002 aiheuttaneen keskimäärin noin 0,01 mSv säteily-annoksen, eli alle prosentin suomalaisen keski-määräisestä vuosittaisesta säteilyannoksesta 4 mSv.

Yhteyshenkilö: Tua Rahola, Säteilyturvakeskus (tua.rahola@stuk.fi)

## 10 Radioaktiva ämnen i människokroppen

Människan kan få i sig radioaktiva ämnen genom att andas in dem eller med födan. Dessa ämnen är antingen av naturligt ursprung eller konstgjorda. De ämnen som utsänder gammastrålning kan mätas direkt i människokroppen med helkroppsmätning. Strålsäkerhetscentralen har två utrustningar för detta, den ena är fast installerad i laboratoriet i Helsingfors och den andra är rörlig.

### Mätningar

Helkroppsmätaren i laboratoriet har placerats i ett järnrum som väger 50 ton. De tjocka järnväggarna dämpar den bakgrundsstrålning som kommer från miljön. En lättare modell, som väger ca 2,5 ton, har placerats i en lastbil, bild 10.1. Med den kan man utföra mätningar på stora avstånd från Helsingfors. Mätutrustningen består av en stol som försökspersonen placerar sig i, och en detektor som finns ovanför stolen.

Vid helkroppsmätning utsätts försökspersonen inte för strålning. Mätningen fungerar genom att observera den gammastrålning som radioaktiva ämnen i kroppen utsänder vid sitt sönderfall. För närvarande är  $^{137}\text{Cs}$  det viktigaste radioaktiva ämnet som människorna får via födan. Den använda mätmetoden har akkrediterats av FINAS (FINAS T167).

### Människogrupper som mätts

I Finland har sedan år 1965 mätts en referensgrupp av helsingforsare. År 2002 mättes dessutom tre grupper från skolmiljö, en i Helsingfors, en annan i Rovaniemi och den tredje i Tammerfors. På basis av resultaten av dessa mätningar har man beräknat den stråldos som finländarna i medeltal får från konstgjorda radioaktiva ämnen.

I grupperna ingår personer från två olika skolor kompletterade med personal från Strålsäkerhetscentralen utom i Tammerfors där endast elever och lärare från den valda skolan ingår. Skolorna har valts för att där finns personer i olika ålder. Personerna deltar frivilligt. De tillfrågas kortfattat om vilken mat de äter samt hur mycket de konsumerar av vissa livsmedel som innehåller rikligt med radiocesium.

### Resultat

Resultaten finns i bild 10.2. Endast mätresultat för personer över 14 år har medtagits. I gruppen från Helsingfors fanns 25, i den från Rovaniemi 43 och i den från Tammerfors 23 personer. I Helsingfors var det högsta uppmätta  $^{137}\text{Cs}$  värdet 940 Bq och det lägsta under detekteringsgränsen 30 Bq. I Rovaniemi var de motsvarande värdena 420 Bq och under 50 Bq och i Tammerfors 1 600 Bq och 50 Bq.

Det fanns så få barn (under 15 år) att man bara kan säga om mätresultaten för barnens del att radioaktiviteten i kroppen i allmänhet var under 100 Bq.

Bild 10.3 visar kroppsinnehållet av  $^{137}\text{Cs}$  som medelvärde för män och kvinnor i referensgruppen från Helsingfors mätt årligen sedan 1965. Inverkan av kärnvapenprov i atmosfären och av Tjernobylylyckan på cesiumaktiviteten i kroppen ses tydligt i bilden.

År 2002 uppskattades  $^{137}\text{Cs}$  i människokroppen i medeltal förorsaka en stråldos om cirka 0,01 mSv eller mindre än 1 procent av den totala stråldosen 4 mSv, som finländarna årligen får.

Kontaktperson: Tua Rahola, Strålsäkerhetscentralen (tua.rahola@stuk.fi).

## 10 Radioactivity in man

Radioactive substances may enter the human body via the air breathed or along with foodstuffs. These substances are of either natural or artificial origin. Radionuclides emitting gamma radiation can be measured directly from the human body. The measurements are made with a whole-body counting system. There are two such systems at STUK. One is a permanently installed system in the laboratory and the other a mobile system.

### The measurements

The stationary whole-body counting system is installed inside a 50 ton iron room. The thick iron walls are there to reduce the environmental background radiation. The less heavy system, weight about 2.5 ton, is installed in a truck. The truck is shown in Figure 10.1. With this mobile system measurements can be made even far from Helsinki. The mobile system includes a measurement chair for the person to be measured and above that a sensitive gamma detector.

The measurement itself does not cause any additional exposure to radiation. The measurement is based on detection of radiation emitted from radioactive substances in the body. Today  $^{137}\text{Cs}$  is the most important radionuclide transported via foodstuffs to man.

### Groups of people to be measured

In Finland, a reference group from Helsinki has been monitored since 1965. The Rovaniemi group was followed from 1999 on and in 2002 a group from Tampere was added. The new group included children and teachers from a local school. In Helsinki and Rovaniemi groups from schools and staff

from STUK were measured. Schools were chosen because different age groups are easily available among schoolchildren and teachers. All persons measured were volunteers. They were interviewed for information on their eating habits and consumption of certain foodstuffs known to contain rather high concentrations of  $^{137}\text{Cs}$ . Based on the results of these measurements the mean internal radiation dose from artificial radioactive substances can be estimated.

### Results

The results are presented for adults (older than 14 years of age) in Helsinki, Rovaniemi and Tampere in Figure 10.2. In the Helsinki group there were 25 persons, in the Rovaniemi group 43, and in the Tampere group 23. In Helsinki the highest content was 940 Bq and the lowest below the detection level of 30 Bq. In Rovaniemi the corresponding values were 415 Bq and below 50 Bq, and in Tampere 1 600 Bq and below 50 Bq. Only a few children were measured and their body contents were usually below 100 Bq.

Figure 10.3 shows the mean  $^{137}\text{Cs}$  activity in the Helsinki reference group measured since 1965. The figure shows the influence of the atmospheric nuclear weapons tests and of the Chernobyl accident on the cesium activity of the body.

The mean internal radiation dose from  $^{137}\text{Cs}$  in 2002 was estimated at 0.01mSv, or less than one percent of the total mean annual radiation dose of 4 mSv.

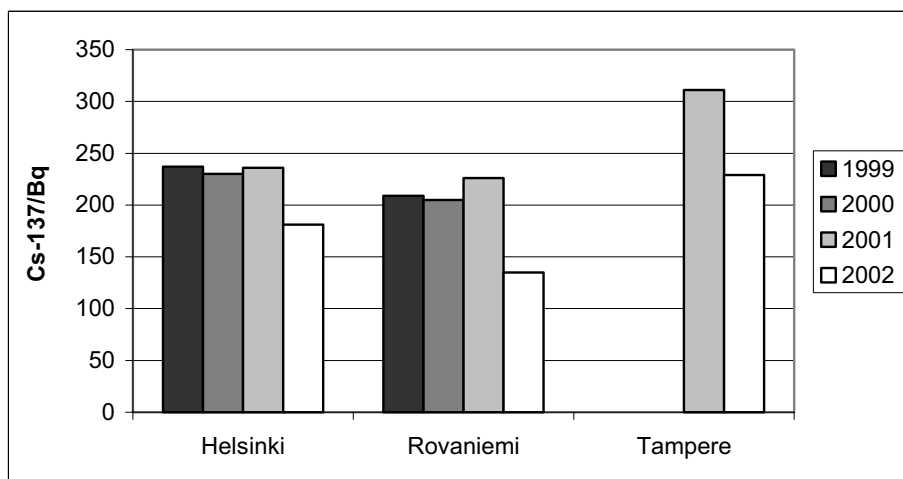
Contact person: Tua Rahola, Radiation and Nuclear Safety Authority, (tua.rahola@stuk.fi).



**Kuva 10.1** Kokokehomittauksissa käytettävä liikkuva laboratorio

**Bild 10.1** Det mobila helkroppsmättningslaboratoriet är installerat i en lastbil

**Fig. 10.1** The mobile laboratory is installed in a truck.

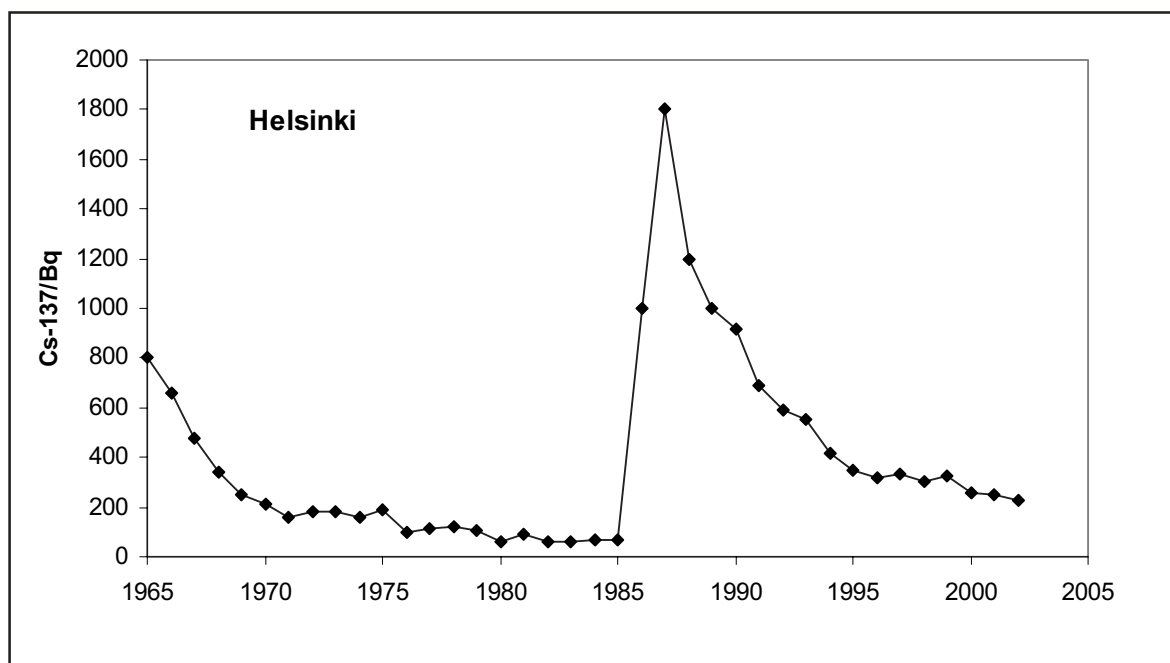


**Kuva 10.2.** Kehossa oleva keskimääräinen  $^{137}\text{Cs}$  sisältö vuoden 2002 loppupuolella.

Ryhmissä on mukana kaikki yli 14-vuotiaat, jotka kävivät mittauksessa

**Bild. 10.2.** Kroppsinnehållet av  $^{137}\text{Cs}$  som medelvärde för kvinnor och män i slutet av 2002. I grupperna infår alla personer äldre än 14 år.

**Fig. 10.2.** The  $^{137}\text{Cs}$  body content as mean for women and men at the end of 2002. All persons older than 14 years are included in the groups.



**Kuva 10.3.**  $^{137}\text{Cs}$ :n määrä henkilöä kohden Helsingin väestöä edustavassa vertailuryhmässä (mitattu vuosittain 1965 lähtien).

**Bild 10.3.** Kroppsinnehållet av  $^{137}\text{Cs}$  i referensgruppen från Helsingfors mätt årligen sedan 1965.

**Fig. 10.3.** Mean body content of  $^{137}\text{Cs}$  in the Helsinki reference group measured annually at STUK since 1965.



## 11 Radioaktiiviset aineet Itämeressä

Kaikki Itämeren maat ovat ratifioineet Helsingin sopimuksen eli Itämeren merellisen ympäristön suojelusopimuksen. Helsingin komissio (HELCOM) koordinoi kansainvälistä yhteistyötä, joka huolehtii sopimuksen täytäntöönpanosta. Komission suosituksessa 18/1 on määritelty ohjelma, jonka avulla valvotaan radioaktiivisten aineiden esiintymistä, kulkeutumista ja määrää Itämeressä. Kaikki Itämeren rantavaltiot osallistuvat valvontaan omalla osuudellaan. Suomen osuutena on ottaa vuosittain noin 120 näytettä Itämeren vedestä, pohjasedimenteistä, kaloista ja muista eliöistä, analysoida niissä olevat radioaktiiviset aineet ja raportoida tulokset komission tietokantaan. Säteilyturvakeskus vastaa Suomen osuudesta ohjelmassa. Tuloksista laaditaan yhteisraportteja viiden vuoden välein. Lisäksi STUK ylläpitää päästörekisteriä, johon kaikkien Itämeren piirissä toimivien ydinvoimalaitosten, tutkimusreaktoreiden ja muiden merkittävien lähteiden radioaktiivisten aineiden päästöt raportoidaan vuosittain.

### Näytteenotto

Merivesi- pohjasedimentti-, kala- muiden biotäytteen-  
näytteiden (kuten levät ja pohjaeläimet) näytteen-  
ottopisteet on esitetty kuvassa 11.1. Näytteet ote-  
taan kerran vuodessa tutkimusalue *Arandalla*,  
sekä rannikon läheisyydessä STUK:n tai paikal-  
listen näytteenottajien toimesta.

### Näytteiden käsittely ja analysointi

Näytteiden otossa, käsittelyssä ja analysoinnissa  
käytetään FINAS:in akkreditoimia menetelmiä  
(FINAS T167).

### Tulokset

Itämeri on ollut intensiivisen radioekologisen tut-  
kimuksen kohteena jo 1950-luvun lopulta alkaen.  
Tshernobylin ydinvoimalaitoksessa vuonna 1986

tapahtunut onnettomuus lisäsi edelleen siihen  
kohdistunutta radioekologista mielenkiintoa, sillä  
Itämeri oli kaikkein eniten laskeumaa saanut me-  
rialue maapallolla. Tshernobylin laskeuma jakau-  
tui hyvin epätasaisesti Itämeren valuma-alueelle;  
eniten laskeumaa kertyi Selkämeren ja itäisen  
Suomenlahden alueille. Vuosien kuluessa Tsher-  
nobyl-cesiumin levinneisyyskuva on jonkin verran  
muuttunut, jokien tuoman cesiumin, vesimasso-  
jen sekoittumisen, merivirtojen ja sedimentoitu-  
misen vaikutuksesta. Cesiumia on kulkeutunut  
virtausten mukana Suomenlahdelta ja Pohjanlah-  
delta varsinaiselle Itämerelle, ja edelleen Tanskan  
salmien kautta Pohjanmerelle. Esteettömämmäs-  
tä vedenvaihdosta johtuen Suomenlahti on puh-  
distunut cesiumista paljon nopeammin kuin Poh-  
janlahti (Kuva 11.2).

Vuonna 2002 pinnan läheisen vesikerroksen  
 $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet olivat Selkämerellä 57-67 Bq m<sup>-3</sup>,  
Perämerellä noin 50 Bq m<sup>-3</sup>, varsinaisella Itäme-  
rellä noin 55 Bq m<sup>-3</sup> ja Suomenlahdella 33-42 Bq  
m<sup>-3</sup>. Pohjasedimenteissä  $^{137}\text{Cs}$ :n kokonaismäärät  
olivat Suomenlahden ja Selkämeren havaintopai-  
koissa 10-32 kBq m<sup>-2</sup>. Muissa Itämeren havainto-  
paikoissa cesiumin määrät olivat selvästi pienem-  
piä: Perämerellä noin 5 kBq m<sup>-2</sup> ja alle 2 kBq m<sup>-2</sup>  
varsinaisen Itämeren syvänteissä.

Korkeimmat Itämeren kaloissa Tshernobylin  
onnettomuuden jälkeen havaitut  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuudet  
olivat Merenkurkusta vuonna 1990 pyydetyissä  
hauissa noin 300 Bq kg<sup>-1</sup>. Vuonna 2002 cesiumin  
pitoisuudet olivat Suomen rannikoilta pyydetyissä  
hauissa 12-31 Bq kg<sup>-1</sup> ja silakoissa 6-12 Bq kg<sup>-1</sup>.  
Itämeren kaloista suomalaisille aiheutuneen si-  
säisen säteilyannoksen arvioitiin olleen 0,0026  
mSv vuonna 2002.

Yhteyshenkilö: Erkki Ilus, Säteilyturvakeskus  
(erkki.ilus@stuk.fi).



# 11 Radioaktiva ämnen i Östersjön

Alla Östersjöländer har ratificerat Östersjökonventionen, Konventionen om skydd av Östersjöområdets marina miljö. Helsingforskommissionen (HELCOM) koordinerar det internationella samarbetet, som sörjer för konventionens genomförande. HELCOMs rekommendation 18/1 definierar programmet för övervakning av förekomst, transport och mängder av radioaktiva ämnen i Östersjön. Alla Östersjöländer deltar i övervakningen med egna nationella program. Finlands andel innebär ca 120 prov på havsvatten, bottensediment, fisk och annan biota, analysering av radioaktiva ämnen i dem och rapportering av resultaten till HELCOMs databas. STUK är ansvarigt för Finlands andel i programmet. Resultaten publiceras i gemensamma rapporter vart femte år. Därtill upprätthåller STUK ett utsläppsregister, i vilket parterna rapporterar årliga utsläppsdata från alla de kärnanstalter som är i drift i Östersjöområdet.

## Provtagning

Provtagningsplatserna för havsvatten, bottensediment, fisk och annan biota presenteras i bild 11.1. Prov tas årligen av det finska forskningsfartyget *Aranda*, eller i kustområdena av STUKs personal eller andra lokala provtagare.

## Hantering och analys av proven

Provtagnings-, förbehandlings- och analysmetoderna har ackrediterats av FINAS (FINAS T167).

## Resultat

Sedan 1950-talet har Östersjön varit föremål för intensiva radioekologiska undersökningar. Olyckan i Tjernobyl år 1986 ökade vidare dess radioekologiska intresse, då Östersjön var det ma-

rina område som var mest påverkat av Tjernobylnedfallet. Nedfallet blev mycket ojämnt dispergerat i avrinningsområdet till Östersjön; områdena kring Bottenhavet och östra Finska viken mottog mest nedfall. Under årens lopp har spridningsbilden av Tjernobylcesium något förändrats som följd av älvutsläpp, blandning av vattenmassorna, havsströmmar och sedimentationsprocesser. Cesium har transporterats med havsströmmarna från Finska viken och Bottenhavet till den egentliga Östersjön och vidare ut från Östersjön genom de danska sunden. Tack vare det mera ohindrade bytet av vatten, har Finska viken blivit ren från cesium mycket snabbare än Bottenhavet (Bild 11.2).

År 2002 var halterna av  $^{137}\text{Cs}$  i ytvattnet 57-67 Bq m<sup>-3</sup> i Bottenhavet, ca 50 Bq m<sup>-3</sup> i Bottenviken, ca 55 Bq m<sup>-3</sup> i den egentliga Östersjön och 33-42 Bq m<sup>-3</sup> i Finska viken. Totalmängderna av  $^{137}\text{Cs}$  i bottensedimenten var 10-32 kBq m<sup>-2</sup> i provtagningsstationerna av Finska viken och Bottenhavet. I de andra stationerna vid Östersjön var totalmängderna av  $^{137}\text{Cs}$  betydligt mindre: ca 5 kBq m<sup>-2</sup> i Bottenviken och under 2 kBq m<sup>-2</sup> i de djupa områdena av den egentliga Östersjön.

De högsta  $^{137}\text{Cs}$ -halterna som mättes i Östersjöfiskar efter Tjernobylnedfallet var 300 Bq kg<sup>-1</sup> i gäddor från Kvarken år 1990. År 2002 var cesiumhalterna i gäddorna och strömmingarna 12-32 Bq kg<sup>-1</sup> och 6-12 Bq kg<sup>-1</sup> vid den Finska kusten. Den interna stråldosen från Östersjöfiskarna till finnarna bedömdes till 0,0026 mSv år 2002.

Kontaktperson: Erkki Ilus, Strålsäkerhetscentral (erkki.ilus@stuk.fi)

## 11 Radioactive substances in the Baltic Sea

All the Baltic Sea countries have ratified the Helsinki Convention, the Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area. The Helsinki Commission (HELCOM) co-ordinates the international co-operation which focuses on the implementation of the Convention. Recommendation 18/1 of the HELCOM defines the programme for monitoring the occurrence, transport and amounts of radionuclides in the Baltic Sea. All the Baltic Sea countries contribute to the monitoring with their own national programmes. The Finnish contribution consists of about 120 annual samples from seawater, bottom sediments, fish and other biota, analysis of radioactive substances and reporting of the results to the HELCOM database. STUK is responsible for the Finnish part of the programme. The results are published in Joint Reports every five years. In addition, STUK maintains a Discharge Register, to which the Contracting Parties report annually discharge data from all nuclear facilities operating in the Baltic Sea area.

### Sampling

The sampling stations or areas for seawater, bottom sediments, fish and other biota are shown in Fig. 11.1. The samples are taken annually on board of the Finnish Research Vessel *Aranda* or in the coastal areas by the staff of STUK or other local people.

### Pre-treatment and analysis

The methods used in sampling, pre-treatment and analysis are accredited by FINAS (FINAS T167).

### Results

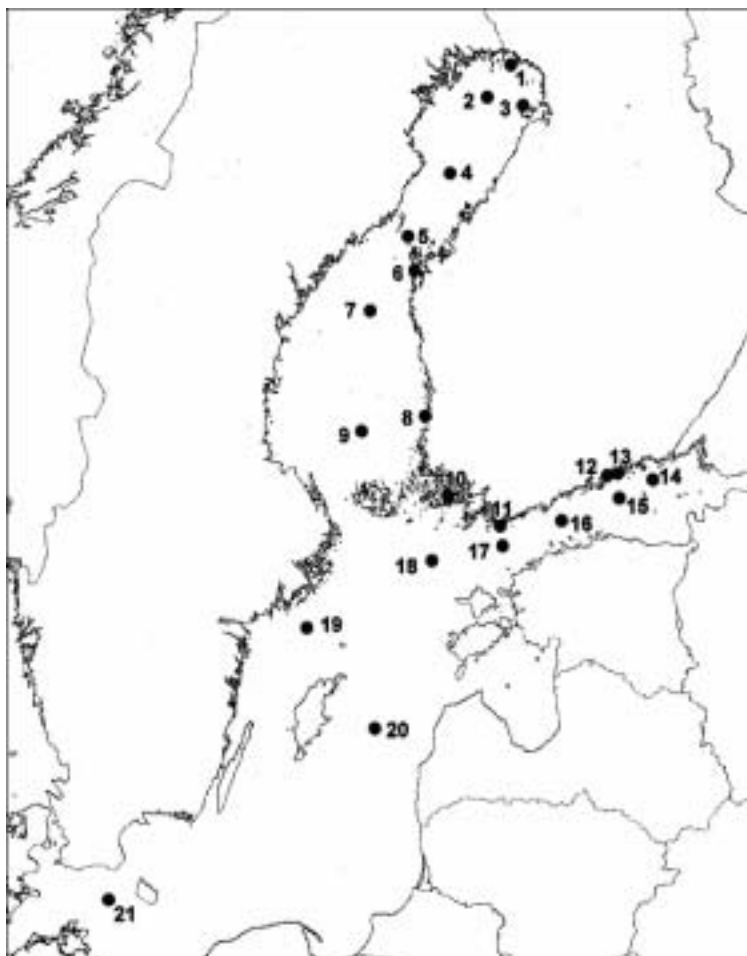
Since the late 1950s the Baltic Sea has been an object of intensive radioecological studies. The accident at the Chernobyl NPP, in 1986, increased further its radioecological interest because the

Baltic was the marine area most affected by the Chernobyl fallout. The fallout from Chernobyl was very unevenly dispersed in the drainage area of the Baltic Sea; the areas of the Bothnian Sea and the eastern part of the Gulf of Finland received most of deposition. In the course of time the distribution pattern of the Chernobyl-derived caesium has somewhat changed as a consequence of river discharges, mixing of water masses, sea currents and sedimentation processes. Caesium has been transported by sea currents from the Gulf of Finland and the Gulf of Bothnia into the Baltic Proper and further out from the Baltic Sea through the Danish Straits. Due to the better exchange of water, the Gulf of Finland has become clean of caesium much more rapidly than the Gulf of Bothnia (Fig. 11.2).

In 2002, the  $^{137}\text{Cs}$  concentrations of surface water were 57-67 Bq m<sup>-3</sup> in the Bothnian Sea, about 50 Bq m<sup>-3</sup> in the Bothnian Bay, about 55 Bq m<sup>-3</sup> in the Baltic Proper and 33-42 Bq m<sup>-3</sup> in the Gulf of Finland. The total amounts of  $^{137}\text{Cs}$  in bottom sediments were 10-32 kBq m<sup>-2</sup> at the sampling stations of the Gulf of Finland and the Bothnian Sea. At the other stations of the Baltic Sea the amounts of caesium were clearly smaller: about 5 kBq m<sup>-2</sup> in the Bothnian Bay and less than 2 kBq m<sup>-2</sup> in the deep areas of the Baltic Proper.

The highest activity concentration of  $^{137}\text{Cs}$  found after the Chernobyl accident in Baltic Sea fish was 300 Bq kg<sup>-1</sup> in pikes caught from the Quark in 1990. In 2002, the caesium concentrations were 12-32 Bq kg<sup>-1</sup> in pikes and 6-12 Bq kg<sup>-1</sup> in Baltic herrings caught from the Finnish coasts. The internal radiation dose from Baltic Sea fish to Finnish people was estimated to be 2.6 mSv in 2002.

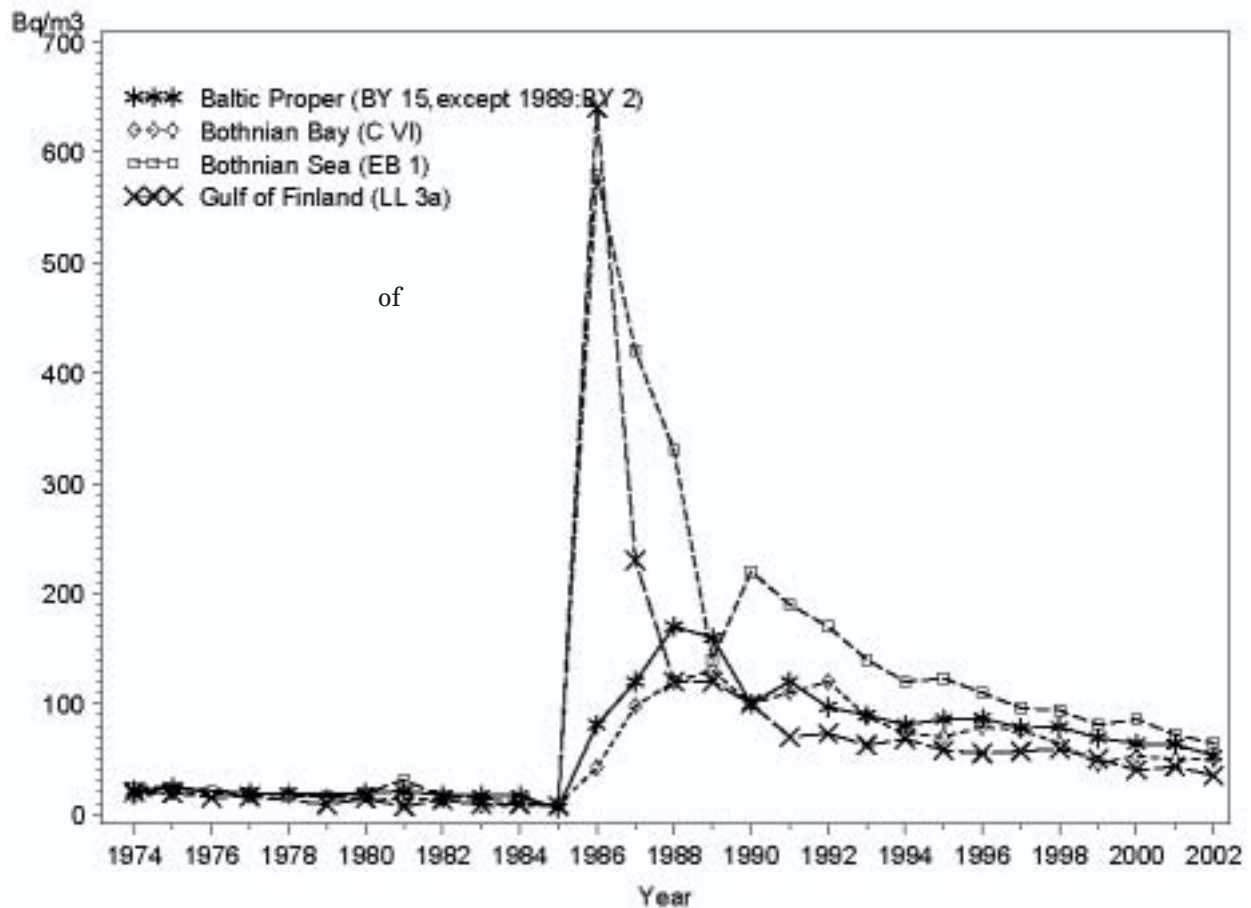
Contact person: Erkki Ilus, Radiation and Nuclear Safety Authority (erkki.ilus@stuk.fi)



**Kuva 11.1.** Näytteenottopisteet: merivesi (W), pohjasedimentti (S), kalat (F), muu biota (B). 1. Piste LaV 4 (W), 2. Piste CVI (W + S), 3. Hailuoto (F), 4. Piste BO 3 (W), 5. Piste F 16 (W), 6. Vaasa (F), 7. Piste US 5b (W), 8. Olkiluoto (W + F + B), 9. Piste EB 1 (W + S), 10. Seili (F), 11. Tvärminne (F), 12. Piste Pernaja R1 (W), 13. Loviisa (W + F + B), 14. Piste XV 1 (W + S), 15. Piste LL 3a (W + S), 16. Piste LL 7 (W), 17. Piste LL 11 (W), 18. Piste Teili-1 (W + S), 19. Piste LL 23 (S), 20. Piste BY 15 (W + S), 21. Piste BY 2 (W).

**Bild 11.1.** Provtagningsplatserna för havsvatten (W), bottensediment (S), fisk (F), annan biota (B). 1. Station LaV 4 (W), 2. Station CVI (W + S), 3. Hailuoto (F), 4. Station BO 3 (W), 5. Station F 16 (W), 6. Vaasa (F), 7. Station US 5b (W), 8. Olkiluoto (W + F + B), 9. Station EB 1 (W + S), 10. Seili (F), 11. Tvärminne (F), 12. Station Pernaja R1 (W), 13. Loviisa (W + F + B), 14. Station XV 1 (W + S), 15. Station LL 3a (W + S), 16. Station LL 7 (W), 17. Station LL 11 (W), 18. Station Teili-1 (W + S), 19. Station LL 23 (S), 20. Station BY 15 (W + S), 21. Station BY 2 (W).

**Fig. 11.1.** Sampling stations and areas for sea water (W), bottom sediment (S), fish (F) and other biota (B). 1. Station LaV 4 (W), 2. Station CVI (W + S), 3. Hailuoto (F), 4. Station BO 3 (W), 5. Station F 16 (W), 6. Vaasa (F), 7. Station US 5b (W), 8. The Olkiluoto area (W + F + B), 9. Station EB 1 (W + S), 10. Seili (F), 11. Tvärminne (F), 12. Station Pernaja R1 (W), 13. The Loviisa area (W + F + B), 14. Station XV 1 (W + S), 15. Station LL 3a (W + S), 16. Station LL 7 (W), 17. Station LL 11 (W), 18. Station Teili-1 (W + S), 19. Station LL 23 (S), 20. Station BY 15 (W + S), 21. Station BY 2 (W).



**Kuva 11.2.** Meriveden pintakerroksen  $^{137}\text{Cs}$  –pitoisuudet neljässä Itämeren havaintopaikassa vuosina 1974-2002.

**Bild 11.2.** Ytvattnets  $^{137}\text{Cs}$  –halter i fyra provtagningsplatser i Östersjön under åren 1974-2002.

**Fig. 11.2.**  $^{137}\text{Cs}$  concentrations in surface water at four sampling stations in the Baltic Sea during 1974-2002.

**Kuva 11.3.** Sedimenttinäytteiden viipalointi Arandan kannella.

**Bild 11.3.** Skivning av sedimentprov på Aranda.

**Fig. 11.3.** Slicing of sediment samples on board RV Aranda